

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: Yoshio Matsuura, et al.

Attorney Docket No.: OMRNP082

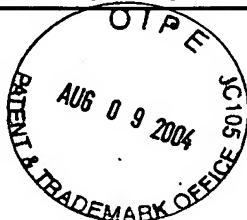
Application No.: 10/817,326

Examiner: To Be Assigned

Filed: April 2, 2004

Group: 3662

Title: METHOD OF ADJUSTING AXIAL
DIRECTION OF MONITORING APPARATUS



CERTIFICATE OF MAILING

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as First Class Mail to: Commissioner for Patents, Alexandria, Virginia 22313 on August 6, 2004.

Signed: _____

Deborah Neill

Deborah Neill

TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents
Alexandria, Virginia 22313

Sir:

Enclosed herewith is a certified copy of priority document Japan patent application No. 2003-102067 filed on April 4, 2004. Please file this document in the subject application.

Respectfully submitted,

BEYER WEAVER & THOMAS, LLP

Keiichi Nishimura

Keiichi Nishimura

Registration No. 29,093

P.O. Box 778
Berkeley, CA 94704-0778
(510) 843-6200

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 4月 4日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-102067
[ST. 10/C]: [JP2003-102067]

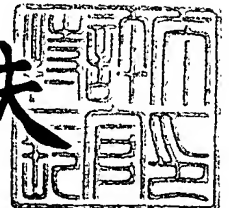
出 願 人
Applicant(s): オムロン株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2004年 4月26日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特2004-303568

【書類名】 特許願

【整理番号】 J3010

【提出日】 平成15年 4月 4日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01S 17/00

【発明者】

 【住所又は居所】 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地
 オムロン株式会社内

 【氏名】 松浦 義朗

【発明者】

 【住所又は居所】 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地
 オムロン株式会社内

 【氏名】 堀部 剛治

【特許出願人】

 【識別番号】 000002945

 【氏名又は名称】 オムロン株式会社

 【代表者】 立石 義雄

【代理人】

 【識別番号】 100096699

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 鹿嶋 英實

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 021267

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9800816

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 監視装置の軸調整方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 検出エリア内からの波動を基準方向位置毎に受信する測定動作を実行可能であり、受信した波動の少なくとも受信強度に基づいて、前記検出エリアにある被検出物の少なくとも位置を特定するためのデータを出力する監視装置に関して、前記検出エリアのロール方向の軸ずれを調整する軸調整方法であって、

波動の反射率の大きな明部と反射率の小さい暗部が所定の明暗パターンで配置された所定外形の検出表面を備え、この検出表面に前記監視装置の検出エリアを向けた状態で前記測定動作を行うと、基準方向位置に対する前記受信強度の波形が、前記検出表面の明暗パターン或いはさらに外形に対応したW字状又は逆W字状となり、この波形から前記検出表面の基準方向の基準位置が算定可能となるように、前記検出表面の明暗パターン或いはさらに外形が設定された調整用ターゲットを使用し、

前記調整用ターゲットを前記監視装置の正面に配置し、前記検出表面の基準方向を前記検出エリアの基準方向であるべき方向に合わせ、さらに必要に応じて前記調整用ターゲットの周囲環境を前記明部又は暗部と同程度の反射率に設定するターゲット設置作業と、

次いで、前記監視装置の測定動作を、前記基準方向に直交する直交方向の測定位置を少なくとも二箇所以上に変化させてそれぞれ行い、これにより得られる前記受信強度の波形から算定される前記基準位置の変化に基づいて、前記検出エリアのロール方向の軸ずれを判定するロールずれ検知処理と、

必要に応じて、前記ロールずれ検知処理で判定された軸ずれを是正するように前記監視装置の取付角度を調整するか、前記検出エリアを設定するパラメータを変更する調整作業と

よりなることを特徴とする監視装置の軸調整方法。

【請求項 2】 前記調整用ターゲットの検出表面の外形は、前記基準方向に直交する直交方向に平行な端縁を基準方向両側に有する形状であり、

前記検出表面の基準方向の幅は、前記検出エリアの基準方向の長さよりも小さい寸法とされ、

前記検出表面には、前記明暗パターンを構成する領域として、前記検出表面の中央部を横断するように配置された帯状領域と、この帯状領域の基準方向両側に位置する反転領域とが形成され、

前記帯状領域と前記反転領域のうち、何れか一方が前記明部とされ、他方が前記暗部とされているとともに、

前記ロールずれ検知処理では、前記受信強度のW字状又は逆W字状の波形において、中央側の山状部又は谷状部の頂点の基準方向両側に位置して前記頂点と同じ受信強度となる点の基準方向位置データ a, b に基づいて、前記基準位置を求めることを特徴とする請求項 1 記載の監視装置の軸調整方法。

【請求項 3】 前記検出表面には、前記明暗パターンを構成する領域として、前記検出表面の中央部を横断するように配置された帯状領域と、この帯状領域の基準方向両側に位置する反転領域と、さらにこの反転領域の基準方向両側に位置する背景領域とが形成され、

前記帯状領域及び背景領域と、前記反転領域のうち、何れか一方が前記明部とされ、他方が前記暗部とされ、

前記検出表面の基準方向両側に存在する前記反転領域と背景領域の各境界が、前記基準方向に直交する直交方向に対して平行に配置され、これら境界間の寸法が前記検出エリアの基準方向の長さよりも小さく設定されているとともに、前記ロールずれ検知処理では、前記受信強度のW字状又は逆W字状の波形において、中央側の山状部又は谷状部の頂点の基準方向両側に位置して前記頂点と同じ受信強度となる点の基準方向位置データ a, b に基づいて、前記基準位置を求めることを特徴とする請求項 1 記載の監視装置の軸調整方法。

【請求項 4】 前記検出表面の基準方向の幅が、前記検出エリアの基準方向の長さよりも小さい寸法とされ、前記検出表面には、前記明暗パターンを構成する領域として、前記検出表面の中央部を横断するように配置された帯状領域と、この帯状領域の基準方向両側に位置する反転領域とが形成され、

前記帯状領域と前記反転領域のうち、何れか一方が前記明部とされ、他方が前記暗部とされ、

前記帯状領域は、前記基準方向に直交する直交方向に対して平行に配置されるとともに、

前記ロールずれ検知処理では、前記受信強度のW字状又は逆W字状の波形において、中央側の山状部又は谷状部の頂点の基準方向位置データcに基づいて、前記基準位置を求めることを特徴とする請求項1記載の監視装置の軸調整方法。

【請求項5】 前記検出表面には、前記明暗パターンを構成する領域として、前記検出表面の中央部を横断するように配置された帯状領域と、この帯状領域の基準方向両側に位置する反転領域と、さらにこの反転領域の基準方向両側に位置する背景領域とが形成され、

前記帯状領域及び背景領域と、前記反転領域のうち、何れか一方が前記明部とされ、他方が前記暗部とされ、

前記検出表面における基準方向両側に存在する前記反転領域と背景領域の各境界間の寸法が前記検出エリアの基準方向の長さよりも小さく設定され、

前記帯状領域は、前記基準方向に直交する直交方向に対して平行に配置されるとともに、

前記ロールずれ検知処理では、前記受信強度のW字状又は逆W字状の波形において、中央側の山状部又は谷状部の頂点の基準方向位置データcに基づいて、前記基準位置を求めることを特徴とする請求項1記載の監視装置の軸調整方法。

【請求項6】 第1検出エリア内からの波動を基準方向位置毎に受信する測定動作を実行可能であり、受信した波動の少なくとも受信強度に基づいて、前記第1検出エリアにある被検出物の少なくとも位置を特定するためのデータを出力するレーダと、前記第1検出エリアに重複する第2検出エリアの画像を撮像するカメラとを備えた監視装置に関して、

前記第1検出エリアと前記第2検出エリアの位置姿勢をそれぞれ適正に調整するとともに、前記レーダと前記カメラ間の座標変換パラメータを求めて設定する軸調整方法であって、

同一の調整用ターゲットを前記第1検出エリアと前記第2検出エリアの重複領域

の規定位置に設置し、この調整用ターゲットに対する前記レーダの測定結果に基づいて、前記第1検出エリアの調整を実行した後、

前記カメラが撮像した前記調整用ターゲットの画像に基づいて、前記第2検出エリアの軸ずれを把握して前記第2検出エリアの調整を行うとともに、前記座標変換パラメータを求めて設定することを特徴とする監視装置の軸調整方法。

【請求項7】 前記監視装置の内部又は外部に設置した処理手段により、前記調整用ターゲットに対する前記レーダの測定結果又は前記カメラが撮像した前記調整用ターゲットの画像に基づいて、前記第1検出エリア又は第2検出エリアの軸ずれに関する軸ずれ情報を求め、この軸ずれ情報を前記監視装置の内部又は外部に設置したディスプレイに表示し、

前記ディスプレイに表示される軸ずれ情報を見ながら、前記第1検出エリア又は第2検出エリアの軸ずれが許容範囲内に収まるまで、作業者が前記第1検出エリア又は第2検出エリアを変更することを特徴とする請求項6に記載の監視装置の軸調整方法。

【請求項8】 前記カメラが撮像した前記調整用ターゲットの画像に基づく調整不能状態の判定と、前記レーダによる前記調整用ターゲットの測定結果に基づく調整不能状態の判定を行い、何れかの判定により調整不能状態と判定された場合には、前記第1検出エリアと第2検出エリアの両方の調整を実行しないことを特徴とする請求項6又は7に記載の監視装置の軸調整方法。

【請求項9】 前記調整用ターゲットは、波長の反射率の大きな明部と反射率の小さい暗部が所定の明暗パターンで配置された所定外形の検出表面を備え、この検出表面に前記レーダの第1検出エリアを向けた状態で基準方向に走査して測定動作を行うと、基準方向位置に対する前記受信強度の波形が、前記検出表面の明暗パターン或いはさらに外形に対応したW字状又は逆W字状となり、この波形から前記第1検出エリアの軸ずれが算定可能となるように、前記検出表面の明暗パターン或いはさらに外形が設定されたものであり、

前記第1検出エリアの調整は、

前記調整用ターゲットを前記レーダの正面に配置し、必要に応じて前記調整用

ターゲットの検出表面の周囲環境を前記明部又は暗部と同程度の反射率に設定するターゲット設置作業と、

次いで、前記レーダを作動させ基準方向に走査して測定動作を行い、これにより得られる前記受信強度のW字状又は逆W字状の波形から前記第1検出エリアの軸ずれを算定する軸ずれ検知処理と、

必要に応じて、前記軸ずれ検知処理で算定された何れかの軸ずれを是正するように前記レーダの取付け位置又は取付角度を調整するか、前記第1検出エリアを設定するパラメータを変更する調整作業とよりなる

ことを特徴とする請求項6乃至8の何れかに記載の監視装置の軸調整方法。

【請求項10】 前記監視装置の内部又は外部に設置した処理手段により、前記カメラが撮像した前記調整用ターゲットの画像から、前記調整用ターゲットの検出表面上の複数の特徴点を検出してこの特徴点の画像面上の座標値を特定し、この座標値に基づいて、前記第2検出エリアの軸ずれを把握するとともに、前記座標変換パラメータを求めて設定することを特徴とする請求項6乃至9の何れかに記載の監視装置の軸調整方法。

【請求項11】 前記処理手段により、前記カメラが撮像した前記調整用ターゲットの画像をディスプレイに表示した後、作業者の領域指定操作に従ってディスプレイ画面上の前記特徴点を含む特定領域切り出し画像を決定し、この特定領域切り出し画像を対象として画像処理を行って、前記特徴点の画像面上の座標値を特定することを特徴とする請求項10に記載の監視装置の軸調整方法。

【請求項12】 前記特徴点は、前記調整用ターゲットの検出表面に形成された明暗パターンの境界線により作られる角又は隅に位置する頂点であり、前記処理手段により、前記カメラが撮像した前記調整用ターゲットの画像に対して、直線を抽出する画像処理を実行し、この画像処理により抽出した直線をディスプレイに表示し、その後作業者の交点指定操作によって指定された前記直線の交点位置を、前記特徴点の画像面上の座標値として決定することを特徴とする請求項10又は11に記載の監視装置の軸調整方法。

【請求項13】 前記第2検出エリアの調整の際には、前記処理手段により、調整前の前記調整用ターゲットの画像における前記特徴点の周囲画像をテンプ

レートとして登録し、調整後の前記調整用ターゲットの画像から正規化相互相関演算により前記テンプレートの画像を探索することに基づいて、前記特徴点の画像面上の座標値であって調整後の新たな座標値を求めることを特徴とする請求項 10 乃至 12 の何れかに記載の監視装置の軸調整方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、車両等に搭載され、レーザ光などの波動を利用して先行車等の被検出物の位置情報などを測定する監視装置（レーダ等）において、検出エリアの位置姿勢調整（軸調整）を行う技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、車両における先行車又は前方障害物の監視や追従走行制御等のための監視装置の開発は広く進められており、一般には、電波方式或いはレーザ方式のレーダが知られている。これは、所定の検出エリア内の検出対象に対して電波やレーザ光などの波動を照射し、その反射信号との伝搬遅延時間などから検出対象までの距離などを求める装置である。

【0003】

例えば、レーザレーダの場合、一定のスキャンエリアに対して通常は一つの走査方向（通常は左右方向）に走査しつつレーザ光を照射し、その反射光との伝搬遅延時間を求めるために、制御回路により発光タイミングをつくり、そのタイミングでカウンタをスタートし、同時にそのタイミングに合わせてレーザダイオード（以下、LDという。）を駆動してレーザの発光を行い、このレーザ光が検出対象に反射して帰ってきた反射光をフォトダイオード（以下、PDという。）で受光し、信号処理部の中で設定した受光スレッシュレベル以上の受信強度の反射光が得られた場合、そのタイミングを制御回路で取込み、カウンタをストップして伝搬遅延時間を計測する。

また一方では、レーザ発光のタイミング、或いは反射光受光のタイミングにおけるスキャン角度から、検出対象物が存在する方向を判定する。

【0 0 0 4】

そして、こうして計測された対象物までの距離データと、方向データと、受光量のデータと、車速センサにより得られた車速のデータをもとに、個々の距離データをグループ化し、過去のデータとの対応づけを行い、対象物との相対速度を算出し、その対象物が何か（車か、バイクか、人か、看板か、路側のリフレクタ（反射体）かなど）を判断し、追従すべき対象物の特定や警報すべき対象物の特定を行うものである。

【0 0 0 5】

なお、車両における車間距離等の監視のための監視装置としては、例えば CCD カメラなどの画像センサ（本明細書では、単にカメラという。）を用いたものもある。これは、車両周辺の所定の検出エリアからの波動（通常は可視光）を画像センサで受信し、この波動の受信信号から得られる検出エリアの画像における明暗の分布等によって、検出エリア内にある先行車等の検出対象の存在や位置を分析判断するものである。

また近年では、上記監視装置として、レーダとカメラを併用するフュージョン方式も検討されている。フュージョン方式であると、レーダとカメラのそれぞれの短所を補い合うことができるからである。

【0 0 0 6】

ところで、上述したレーダやカメラよりなる監視装置では、実際に車両などに取付た場合に、先行車両などの検出対象を検出すべき理想的な検出エリア（車両に搭載される一般的な監視装置の場合、通常は車両の進行方向正面の所定高さ位置に左右対称に広がる領域）に対して、装置の実際の検出エリア（反射波を受信する一定の領域）がずれていれば、その分だけ測定結果の信頼性が低下するため、当然このようなずれのない状態が維持されるように、検出エリアの中心位置を合わせる位置調整（レーザレーダの場合には、いわゆる光軸調整と称されている作業）が、車両等の生産ラインや、修理工場での点検時などに適宜必要となる。

【0 0 0 7】

この検出エリアの位置や姿勢の調整（本明細書では、場合により軸調整という）の従来の手法として、まず、走査を行う基準方向に直交する直交方向（一般的

には上下方向)の軸調整については、例えば図15(a)に示す方法がある。

これは、レーザレーダ等が搭載された例えば車両(停止状態)に対して、適正な検出エリアの例えば上側ぎりぎりの位置に基準となる反射体を設置し、この反射体以外の被検出物になるべく検出されない外乱要因のない環境を整えた上で実際にレーザレーダを作動させて、この反射体が検出されている状態からレーザレーダ等の検出ヘッドの取付角度(上下方向の角度)や取付け位置を人的作業で下向きに徐々に変化させ、反射体が検出されなくなった時点で検出ヘッドの取付角度や取付け位置を人手により固定するというものである。

【0008】

次に、走査を行う基準方向(一般的には水平方向)の軸調整については、例えば図15(b)に示す方法が通常使用されている。

即ち、レーダレーダ等が搭載された例えば車両(停止状態)に対して、理想的な検出エリアの中心位置に反射体を配置し、この反射体以外の被検出物になるべく検出されない外乱要因のない環境を整えた上で、実際に測距装置を作動させて、検出される反射体の位置データが装置の検出エリアの中心位置に一致するように、例えば検出ヘッドの取付角度等を人的作業で物理的に変更するか、或いは制御システム内部のソフト的なパラメータを制御システムの処理で変更する手法がある。

【0009】

なお、車両に搭載されるレーザレーダなどは、図15(b)に例示するように、レーザ光を実際に走査して照射する走査方向の角度領域(スキャンエリア)は、反射波を受信して前述の距離データなどの測定を行う角度領域(基準方向の検出エリア)よりも大きく設定してあり、この検出エリアのスキャンエリア内(実際には余裕をみて検出許容エリア内)におけるデータ処理上の設定位置(ソフト的なパラメータ)を変更することにより、装置の検出ヘッドの取付位置を物理的に変更することなく、検出エリアの走査方向の位置調整がある程度可能となっている。また、走査を実現するスキャン機構の動作範囲(例えば、スキャン用モータの動作範囲)の制御処理上の設定値(ソフト的なパラメータ)を変更することによって、上記スキャンエリアや検出エリアの全体を走査方向にある程度位置調

整することも可能である。

【0 0 1 0】

次に、レーダ等の軸調整に関する他の従来技術について説明する。

特許文献 1 には、図 1 5 (a) , (b) に示した方法の欠点を解消した軸調整方法、即ち、同一のターゲットで基準方向と直交方向の両方向の軸調整作業を短時間で行うことができるものが開示されている。

また、特許文献 2 乃至 4 には、レーダの水平又は垂直方向の軸調整に関する技術が開示されている。

また、カメラの調整方法としては、特許文献 5 に、自車先端部に特定のマークを設置し、そのマークを用いてカメラの方向を調整する技術が開示され、特許文献 6 には、特定の画像を撮影して調整を行うものが開示されている。

【0 0 1 1】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 0 - 7 5 0 3 1 号公報

【特許文献 2】

特開平 1 1 - 3 2 6 4 9 5 号公報

【特許文献 3】

特開平 1 1 - 6 4 4 8 9 号公報

【特許文献 4】

特開平 7 - 2 2 5 2 7 7 号公報

【特許文献 5】

特開 2 0 0 2 - 7 4 3 3 9 号公報

【特許文献 6】

特開 2 0 0 0 - 1 4 2 2 2 1 号公報

【0 0 1 2】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、上記従来 of 軸調整方法は、いずれも検出エリアの中心軸の二方向（例えば、水平方向と垂直方向）の位置を調整するのみであり、ロール方向の軸ずれについては、考慮されておらず、無調整状態であった。ロール方向の軸ずれと

は、検出エリアが軸回りに回転する方向のずれ、即ち、検出エリアの適正姿勢（通常は、基準方向が水平になっている状態）からの傾きである。このため従来では、軸調整後であっても、このようなロール方向の軸ずれによって、検出エリアの端側（中心軸からより離れた位置）において監視装置が把握する位置と実際の位置の誤差が相当量発生し、十分な測定精度が得られない恐れがあった。なお、単体で車両等に搭載される一般的なレーダ、特に基準方向（通常、水平方向）にのみ走査を行い、直交方向（通常、垂直方向）を問題としない一次元スキャンレーダの場合には、基準方向が多少傾いていても、それによる直交方向の誤差が問題とならないので、このロール方向の軸ずれは特に問題とはならなかった。しかし、監視装置が複数のセンサ（例えば、レーダとカメラ）を併用するフュージョン方式の場合には、センサ同士の認識情報（被検出物の位置情報）の相関が正しく取れないと、各センサの測定結果を相互利用してフュージョン方式の長所を十分発揮することができないので、上記ロール方向の軸ずれを適宜調整し、上記ロール方向の軸ずれが十分小さい状態（或いは、この軸ずれが把握されて位置データに反映される状態）に維持する必要がある。

【 0 0 1 3 】

また、従来の軸調整方法は、レーダとカメラの軸調整をそれぞれ別個のターゲット等を使用して独立して行う方法であるため、レーダとカメラを併用するフュージョン方式の場合、次のような問題があった。

即ち、従来の軸調整方法をフュージョン方式に適用すると、調整用のターゲットやマークの設置誤差等によって、レーダとカメラの相対位置関係が不適正（各センサの検出エリアの軸が平行でない状態、或いはロール方向の姿勢が相対的に傾いている状態）となる恐れがある。何故なら、車両等と各ターゲット間の位置決めそれぞれ誤差を持つため、センサ間ではこれらの誤差が累積するからである。また、各センサのロール方向の軸ずれが無調整であるため、各検出エリアのロール方向の姿勢が一致しないためである。そして、このように各センサの相対位置関係が不適正になると、フュージョン方式として各センサが協調する際に、互いの認識情報の相関を正しく取ることができなくなり、やはりフュージョン方式としての長所を十分発揮できなくなる。

また、レーダとカメラの軸調整をそれぞれ別個のターゲット等を使用して行うので、軸調整がめんどろで時間のかかる作業となってしまう問題もある。

【0014】

そこで本発明は、特にフュージョン方式の場合に問題となる上述した軸調整の課題が解消される監視装置の軸調整方法を提供することを目的としている。

【0015】

【課題を解決するための手段】

本願第1の監視装置の軸調整方法は、検出エリア内からの波動を基準方向位置毎に受信する測定動作を実行可能であり、受信した波動の少なくとも受信強度に基づいて、前記検出エリアにある被検出物の少なくとも位置を特定するためのデータを出力する監視装置に関して、前記検出エリアのロール方向の軸ずれを調整する軸調整方法であって、

波動の反射率の大きな明部と反射率の小さい暗部が所定の明暗パターンで配置された所定外形の検出表面を備え、この検出表面に前記監視装置の検出エリアを向けた状態で前記測定動作を行うと、基準方向位置に対する前記受信強度の波形が、前記検出表面の明暗パターン或いはさらに外形に対応したW字状又は逆W字状となり、この波形から前記検出表面の基準方向の基準位置（例えば、中心位置）が算定可能となるように、前記検出表面の明暗パターン或いはさらに外形が設定された調整用ターゲットを使用し、

前記調整用ターゲットを前記監視装置の正面に配置し、前記検出表面の基準方向を前記検出エリアの基準方向であるべき方向に合わせ、さらに必要に応じて前記調整用ターゲットの周囲環境を前記明部又は暗部と同程度の反射率に設定するターゲット設置作業と、

次いで、前記監視装置の測定動作を、前記基準方向に直交する直交方向の測定位置を少なくとも二箇所以上に変化させてそれぞれ行い、これにより得られる前記受信強度の波形から算定される前記基準位置の変化に基づいて、前記検出エリアのロール方向の軸ずれを判定するロールずれ検知処理と、

必要に応じて、前記ロールずれ検知処理で判定された軸ずれを是正するように前記監視装置の取付角度を調整するか、前記検出エリアを設定するパラメータを

変更する調整作業とよりなることを特徴とする。

【0016】

この軸調整方法によれば、監視装置のロール方向の軸ずれが容易に調整できる。なぜなら、ロール方向の軸ずれが有れば、直交方向に測定位置を変化させると、ターゲットの基準方向一定位置（上記基準位置）は、一定の位置として観測されず、ロール方向の軸ずれ量に応じて観測値が変化するからである。このため、ロール方向の軸ずれを容易に調整して、監視装置の測定精度を向上させることができる。また、フュージョン方式の場合に、センサ同士の認識情報（被検出物の位置情報）の相関が正しく取れるようになり、各センサの測定結果を相互利用してフュージョン方式の長所を十分発揮することができる。

【0017】

ここで、「監視装置」には、レーダ単独よりなるもの、カメラ単独よりなるもの、或いはレーダとカメラよりなるものがあり得る。

また、「検出表面の明暗パターン或いはさらに外形」とは、少なくとも検出表面の明暗パターンを含み、必要に応じて検出表面の外形も含むことを意味する。というのは、本発明には後述するように、検出表面の周囲環境と検出表面の明暗パターンの両者の影響で上述したW字状又は逆W字状の測定波形が得られる態様と、検出表面の周囲環境に無関係に上述したW字状又は逆W字状の測定波形が得られる態様とがあり、後者の態様の場合には検出表面の外形は特に限定されないことになるからである。

また、「W字状又は逆W字状」の波形は、少なくとも軸ずれの量が許容値を越えているときにだけ観測されればよい。また、観測された波形の全体が上述の「W字状又は逆W字状」の波形である必要は必ずしもなく、観測された波形の一部に「W字状又は逆W字状」の波形が含まれていてもよい。

また、「基準位置」とは、調整用ターゲットの検出表面における基準方向の一定位置（ロール方向の軸ずれを検知するために定められた基準の位置）であり、例えば、検出表面の基準方向中央位置である。

【0018】

この発明における調整用ターゲットの好ましい態様としては、例えば次の四つ

の態様があり得る。

まず第1の態様は、例えば後述するターゲット3, 3b (図2 (c), 図14 (b)) のように、前記検出表面の外形が、前記直交方向に平行となる端縁を基準方向両側に有する形状であり、前記検出表面の基準方向の幅 (例えば、寸法L1) が、前記検出エリアの基準方向の幅よりも小さい寸法とされ、前記検出表面には、前記明暗パターンを構成する領域として、前記検出表面の中央部を横断するように配置された帯状領域と、この帯状領域の基準方向両側に位置する反転領域とが形成され、前記帯状領域と前記反転領域のうち、何れか一方が前記明部とされ、他方が前記暗部とされているものである。なお、ロール方向の軸ずれのみを検知するのであれば、上記帯状領域は斜めに配設されている必要はないが、後述するターゲット3等のように、斜めに配設されていると、基準方向と直交方向の軸ずれについても同一のターゲットで検知できて極めて便利である (後述する第2の態様の調整用ターゲットでも同様)。

【0019】

次に第2の態様は、例えば後述するターゲット3a, 3c (図14 (a), 図14 (c)) のように、前記検出表面には、前記明暗パターンを構成する領域として、前記検出表面の中央部を横断するように配置された帯状領域と、この帯状領域の基準方向両側に位置する反転領域と、さらにこの反転領域の基準方向両側に位置する背景領域とが形成され、前記帯状領域及び背景領域と、前記反転領域のうち、何れか一方が前記明部とされ、他方が前記暗部とされているとともに、前記検出表面における基準方向両側に存在する前記反転領域と背景領域の各境界が、直交方向に対して平行に配置され、これら境界間の寸法 (例えば、寸法L1) が前記検出エリアの基準方向の幅よりも小さく設定されているものである。

【0020】

次に第3の態様は、例えば後述するターゲット3d (図13 (a)) のように、前記検出表面の基準方向の幅 (例えば、寸法L1) が、前記検出エリアの基準方向の幅よりも小さい寸法とされ、前記検出表面には、前記明暗パターンを構成する領域として、前記検出表面の中央部を直交方向に横断するように配置された帯状領域と、この帯状領域の基準方向両側に位置する反転領域とが形成され、前

記帯状領域と前記反転領域のうち、何れか一方が前記明部とされ、他方が前記暗部とされているものである。なお、ロール方向の軸ずれのみを検知するのであれば、前記検出表面の外形は特に限定されるものでないが、後述するターゲット 3 d のように、直交方向に対して斜めにかつ相互に平行に配置された端縁を基準方向両側に有する形状であると、基準方向と直交方向の軸ずれについても同一のターゲットで検知できて極めて便利である。

【0021】

そして第 4 の態様は、例えば後述するターゲット 3 e (図 13 (b)) のように、前記検出表面には、前記明暗パターンを構成する領域として、前記検出表面の中央部を直交方向に横断するように配置された帯状領域と、この帯状領域の基準方向両側に位置する反転領域と、さらにこの反転領域の基準方向両側に位置する背景領域とが形成され、前記帯状領域及び背景領域と、前記反転領域のうち、何れか一方が前記明部とされ、他方が前記暗部とされているとともに、前記検出表面における基準方向両側に存在する前記反転領域と背景領域の各境界間の寸法 (例えば、寸法 L1) が、前記検出エリアの基準方向の幅よりも小さく設定されているものである。なお、ロール方向の軸ずれのみを検知するのであれば、前記反転領域と背景領域の各境界の方向は特に限定されるものでないが、後述するターゲット 3 e のように、上記各境界が、直交方向に対して斜めにかつ相互に平行に配置されていると、基準方向と直交方向の軸ずれについても同一のターゲットで検知できて極めて便利である。

【0022】

これら四つの態様のうち、第 1 と第 2 の態様の調整用ターゲットを使用すれば、受信強度の W 字状又は逆 W 字状の波形が容易に得られる。なぜなら、例えば前記帯状領域が暗部であり、その両側に位置する反転領域が明部であり、さらにその両側に位置する背景領域 (又は周囲環境) が暗部とされた場合、前記帯状領域の位置で受信強度が谷状に落ち込み、その両側の反転領域の位置で受信強度が山状に高まり、さらにその両側の背景領域 (又は周囲環境) の位置で受信強度が落ち込むからである。

そして、上述したように観測された波形において、中央側の山状部又は谷状部

の頂点の基準方向両側に位置して前記頂点と同じ受信強度となる点に対応する基準方向位置データ a 、 b から、例えば、 $(a + b) / 2$ という演算を行うことにより、前記基準位置として、検出表面の基準方向中央位置の測定値が容易かつ正確に算出できる。というのは、上記基準方向位置データ a 及び b は、ターゲットの検出表面における反転領域の基準方向外側の端位置（即ち、検出表面の両端位置、或いは反転領域と背景領域の境界位置）に対応する基準方向位置データである。このため、例えば a 及び b の平均値（ $(a + b) / 2$ ）は、ターゲット検出表面の中心位置（即ち、一定の基準位置）の検出エリア上の基準方向位置データとなるからである。

【 0 0 2 3 】

次に、前述の第 3 と第 4 の態様の調整用ターゲットによれば、前述の第 1 又は第 2 の態様と同様に、やはり W 字状又は逆 W 字状の受信強度の波形が容易に得られる。

そして、観測された波形において、中央側の山状部又は谷状部の頂点に対応する基準方向位置データ c に基づいて、前記基準位置を容易に求めることができる。というのは、上記基準方向位置データ c は、前記帯状領域の中心位置に相当する検出エリア上の基準方向位置データであり、ターゲット検出表面の基準方向における中央部の一定位置（即ち、基準位置）の検出エリア上の基準方向位置データそのものだからである。何故なら、この場合の前記帯状領域は検出表面の中央部を直交方向に横断するように配置されているからである。

【 0 0 2 4 】

なお、調整用ターゲットの上記第 1 と第 2 の態様の違い、或いは上記第 3 と第 4 の態様の違いは、以下のとおりである。

即ち上記第 1 及び第 3 の態様では、検出表面における反転領域の基準方向外側の端位置が検出表面の両端位置に相当し、検出表面の両側に位置する周囲環境が帯状領域と同等の反射率の領域（第 2 と第 4 の態様における背景領域に相当する領域）として、前述の波形を形成するために利用される。このため、周囲環境の反射率を帯状領域と同等に設定する必要があるものの、検出表面が比較的小型になる利点がある。

一方第 2 及び第 4 の態様では、検出表面における反転領域の基準方向外側には、帯状領域と同等の反射率の領域（即ち、背景領域）が検出表面内の領域として設けられているため、検出表面の周囲環境に無関係に前述の波形を形成することができる。このため、検出表面が比較的大型になるものの、周囲環境の反射率を帯状領域と同等に設定する必要はないという利点がある。

【 0 0 2 5 】

次に、本願の第 2 の軸調整方法は、第 1 検出エリア内からの波動を基準方向位置毎に受信する測定動作を実行可能であり、受信した波動の少なくとも受信強度に基づいて、前記第 1 検出エリアにある被検出物の少なくとも位置を特定するためのデータを出力するレーダと、前記第 1 検出エリアに重複する第 2 検出エリアの画像を撮像するカメラとを備えた監視装置に関して、

前記第 1 検出エリアと前記第 2 検出エリアの位置姿勢をそれぞれ適正に調整するとともに、前記レーダと前記カメラ間の座標変換パラメータを求めて設定する軸調整方法であって、

同一の調整用ターゲットを前記第 1 検出エリアと前記第 2 検出エリアの重複領域の規定位置に設置し、この調整用ターゲットに対する前記レーダの測定結果に基づいて、前記第 1 検出エリアの調整を実行した後、

前記カメラが撮像した前記調整用ターゲットの画像に基づいて、前記第 2 検出エリアの軸ずれを把握して前記第 2 検出エリアの調整を行うとともに、前記座標変換パラメータを求めて設定するものである。

【 0 0 2 6 】

この第 2 の軸調整方法における「監視装置」は、レーダとカメラを併用するものである。

また、「第 1 検出エリア」と「第 2 検出エリア」は、それぞれレーダとカメラの検出エリアを意味する。

また、「前記レーダと前記カメラ間の座標変換パラメータ」とは、各センサ（レーダとカメラ）の認識情報（被検出物の位置情報）の相関を正しく取るための座標変換パラメータを意味する。

また、「調整用ターゲット」の具体的態様や、「前記第 1 検出エリアの調整」の具体

的方法は、例えば前述した第 1 の軸調整方法と同様でよい。但し、この場合は、後述する形態例のように、ロール方向の軸調整に加えて、通常の基準方向と直交方向の軸調整についても実現可能な態様とする必要がある。

【 0 0 2 7 】

この第 2 の軸調整方法によれば、レーダとカメラを併用するフュージョン方式の監視装置において、各センサの軸調整が、一つの調整用ターゲットを用いて容易かつ短時間に可能となり、フュージョン方式として各センサが協調する際に、互いの認識情報の相関を正しく取ることができて、フュージョン方式としての長所を高度に発揮できるようになる。例えば、レーダは、複雑な画像処理を行わなくても被検出物の有無や距離を比較的簡単に検知できるが、被検出物の形状などを正確に識別することは困難である。一方、カメラは、被検出物の形状などを比較的正確に識別することが可能であるが、複雑な画像処理が必要になるという不利がある。ところが、これらセンサの軸調整を正確に行った状態でこれらセンサを併用できると、例えばレーダで計測された被検出物の位置の小画像のみを、カメラが撮像した全体画像から切り取り、その小画像のみを重点的に画像処理して分析し、効率的に被検出物のより正確な情報を得るといったことができ、処理時間の大幅短縮等の効果が得られる。

【 0 0 2 8 】

次に、この第 2 の軸調整方法の好ましい態様は、前記監視装置の内部又は外部に設置した処理手段（例えば、マイクロコンピュータよりなるもの）により、前記カメラが撮像した前記調整用ターゲットの画像から、前記調整用ターゲットの検出表面上の複数の特徴点を検出してこの特徴点の画像面上の座標値を特定し、この座標値に基づいて、前記第 2 検出エリアの軸ずれを把握するとともに、前記座標変換パラメータを求めて設定するものである。

この態様であると、調整用ターゲットの複数の特徴点に基づいて、カメラの軸調整（上記座標変換パラメータの設定含む）が自動的に行われるため、より精度の高い軸調整が容易に可能となる。

【 0 0 2 9 】

なお上記態様の場合、さらに次のような態様とすることが望ましい。即ち、前

記処理手段により、前記カメラが撮像した前記調整用ターゲットの画像をディスプレイに表示した後、作業者の領域指定操作に従ってディスプレイ画面上の前記特徴点を含む特定領域切り出し画像を決定し、この特定領域切り出し画像を対象として画像処理を行って、前記特徴点の画像面上の座標値を特定するようにするとよい。

このようにすると、特徴点抽出のための画像処理の領域が必要最小限に限定され、その分だけ処理時間が低減できる。

【0 0 3 0】

また前述の態様の場合、前記特徴点は、前記調整用ターゲットの検出表面に形成された明暗パターンの境界線により作られる角又は隅に位置する頂点とし、前記処理手段によって、前記カメラが撮像した前記調整用ターゲットの画像に対して、直線を抽出する画像処理を実行し、この画像処理により抽出した直線をディスプレイに表示し、その後作業者の交点指定操作によって指定された前記直線の交点位置を、前記特徴点の画像面上の座標値として決定するのが好ましい。

このようにすると、特殊な抽出フィルタ（エッジのコーナを検出するためのもの）を用いた複雑な画像処理を行うことなく、比較的簡単な直線抽出処理によって、特徴点を特定することが可能となり、処理時間の低減にさらに貢献できる。

【0 0 3 1】

また前述の態様の場合、前記第2検出エリアの調整の際（カメラの取付方向等を物理的に変更して第2検出エリアの位置姿勢を変更する作業の際）には、前記処理手段によって、調整前の前記調整用ターゲットの画像における前記特徴点の周囲画像をテンプレートとして登録し、調整後（調整中であってもよい）の前記調整用ターゲットの画像から正規化相互相関演算により前記テンプレートの画像を探索することに基づいて、前記特徴点の画像面上の座標値であって調整後の新たな座標値を求めるようにするとよい。

このようにすると、調整前（初期状態）と同様の画像処理を再度行わなくても、調整後の第2検出エリアの軸ずれ状況（カメラの光軸の位置姿勢）が、より容易な処理によって短時間で逐次算定できて有利である。

【0 0 3 2】

また、この第 2 の軸調整方法の好ましい他の態様は、前記処理手段により、前記調整用ターゲットに対する前記レーダの測定結果又は前記カメラが撮像した前記調整用ターゲットの画像に基づいて、前記第 1 検出エリア又は第 2 検出エリアの軸ずれに関する軸ずれ情報を求め、この軸ずれ情報を前記監視装置の内部又は外部に設置したディスプレイに表示し、

前記ディスプレイに表示される軸ずれ情報を見ながら、前記第 1 検出エリア又は第 2 検出エリアの軸ずれが許容範囲内に収まるまで、作業者が前記第 1 検出エリア又は第 2 検出エリアを変更するものである。

この態様は、作業者の人的作業（レーダやカメラの取付方向などを物理的に変更する作業）により軸調整するものであるが、ディスプレイに表示される軸ずれ情報を見ながら行えばよいので、高度な人的技量を要することなく、しかも軸調整を自動で行う装置を要することなく、的確な調整が比較的容易かつ安価に行える利点がある。

【 0 0 3 3 】

また、この第 2 の軸調整方法の好ましい他の態様は、前記カメラが撮像した前記調整用ターゲットの画像に基づく調整不能状態の判定と、前記レーダによる前記調整用ターゲットの測定結果に基づく調整不能状態の判定を行い、何れかの判定により調整不能状態と判定された場合には、前記第 1 検出エリアと第 2 検出エリアの両方の調整を実行しないものである。

この態様であると、一方のセンサで検出できない調整不能状態を他方のセンサで検出することによって、各種の調整不能状態を広く判定し、軸調整が可能か否かを統合的に判断できるから、調整不能状態で誤った調整を行ってしまう事態を信頼性高く回避できる。なお、調整不能状態の具体例については、後述の形態例で説明する。

【 0 0 3 4 】

なお、本願第 1 及び第 2 の軸調整方法に共通する好ましい態様としては、前記監視装置（レーダ又は／及びカメラ）を制御する制御手段を使用して、全ての軸ずれ検知処理を自動で行うとともに、前記監視装置の取付け位置又は取付角度を自動調整する調整装置、或いは、検出エリアのパラメータを自動変更したり、前

記座標変換パラメータを自動設定する処理手段を使用して、軸調整作業を基本的に全自動で行うものである。但し、前述の領域指定操作や交点指定操作などの簡単な人的操作が必要であってもよい。

この場合作業者は、基本的に、調整用ターゲットを配置するターゲット設置作業を行った後、上記制御手段や処理手段に対して上記動作の実行を指令するだけでよく、従来の直交方向の軸調整のような繊細で困難な作業は全く不要であり、人的技能に依存しない的確な調整が信頼性高く実現できる。従って、監視装置を搭載した車両などを量産する場合の生産性向上により大きく貢献できる。

【0 0 3 5】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態の一例を図面に基づいて説明する。

図 1 及び図 2 は、本例の軸調整方法を実施する監視装置（レーザレーダとカメラよりなる車載用監視装置）を含む設備構成を説明する図であって、図 1（a）は設備の主要構成を示す図、図 1（b）は監視装置の制御処理系を説明するブロック図、図 2（a）はレーザレーダの構成を示すブロック図、図 2（b）はレーザレーダの測定原理を説明する図、図 2（c）は調整用ターゲット等を示す正面図である。

【0 0 3 6】

図 1（a）において、符号 1 がレーザレーダ（以下、単にレーダ 1 という）を示し、符号 2 がレーダ 1 と同一車両に搭載されたカメラを示す。この場合のレーダ 1 は、左右方向（水平方向）と上下方向の両方向に走査可能な二次元スキャンレーザレーダである。また、図 1（a）において符号 3 で示すものは、調整用ターゲットである。なお本例では、レーダ 1 やカメラ 2 から見て、左右方向が本発明の基準方向に相当し、この基準方向に直交する縦方向が本発明の直交方向に相当している。また、図 1 において X Y Z で示す座標は、車両或いは車両が設置された場所に固定した座標であり、車両から見て、X が上下方向、Y が左右方向、Z が進行方向となっており、Z 軸回りの回転方向がロール方向である。

【0 0 3 7】

次に、本監視装置の制御処理系は、図 1（b）に示すように、判定部 4 と、画

像処理演算部 5 と、レーザレーダ演算部 6 とを備える。

画像処理演算部 5 は、カメラ 2 の計測結果（撮像データ）を画像処理して、通常運転時には被検出物の検出判定等を行い、軸調整時にはカメラ 2 の軸ずれ情報（光軸情報 A）や光軸調整可否情報 A を出力する要素である。

また、レーザレーダ演算部 6 は、レーダ 1 の計測結果に基づいて、通常運転時には被検出物の検出判定等を行い、軸調整時にはレーダ 1 の軸ずれ情報（光軸情報 B）や光軸調整可否情報 B を出力する要素である。なお、このレーザレーダ演算部 6 と、後述する制御回路 17（図 2（a））とは、一つの回路で構成されていてもよい。

また判定部 4 は、画像処理演算部 5 とレーザレーダ演算部 6 が出力する情報に基づき、通常運転時には被検出物の最終的な位置判定や種別判定等を実行し、軸調整時には、光軸調整可否情報 A、B の受け渡し等を行う。

【0038】

ここで、光軸調整可否情報 A は、カメラ 2 の計測結果（撮像した画像）により判定される可否情報であり、例えばターゲット 3 が設置されていない、ターゲット 3 の明暗パターンが不正である、ターゲット 3 が大きく傾いている、ターゲット 3 の前に作業員や他の障害物があってターゲット 3 の全体が見えないといった原因により、軸調整が不能であるとの情報である。また、光軸調整可否情報 B は、レーダ 1 の計測結果により判定される可否情報であり、例えばターゲット 3 までの距離が異常であるために軸調整が不能であるとの情報である。

なお、判定部 4、画像処理演算部 5、及びレーザレーダ演算部 6 は、共通の又は別個のマイクロコンピュータ（以下、マイコンという）を含む回路によって構成可能である。また本例では、判定部 4 等を構成する上記回路には、軸調整作業の際のディスプレイとしての外部ディスプレイ（或いは外部ディスプレイを含むパーソナルコンピュータ）が接続可能となっている。また、判定部 4 等を構成する上記回路には、軸調整指令手段（図示省略）が接続されている。この軸調整指令手段は、光軸調整を行う作業員（車両の出荷時の点検調整や出荷後の修理等を行う作業員）が操作可能に設けられた操作手段（例えば操作スイッチ）であり、後述する軸調整の処理（図 10 に示す処理）の実行を、上記マイコンを含む回路

や後述の制御回路 17 に対して指令するものである。なお、この軸調整指令手段としての操作手段を設ける代わりに、接続したパーソナルコンピュータのキーボードやマウス操作によって、上記指令を入力するようにしてもよい。また、後述する軸調整の処理（図 10 に示す処理）は、接続したパーソナルコンピュータの処理機能を使って実行してもよい。

【0039】

次にレーダ 1 は、図 2（a）に示すように、走査部 11、LD 12、LD 駆動回路 13、走査位置検出部 14、PD 15、信号処理部 16、及び制御回路 17 を有する。なお、例えば上述した LD 12 と走査部 11 と PD 15 を含む部分がレーダ 1 の検出ヘッドを構成している。

ここで走査部 11 は、LD 12 により出力されたレーザ光を、揺動駆動される反射ミラー等により左右方向及び上下方向にスキャンしてスキャンエリアに照射するもので、制御回路 17 により制御されて所定のタイミング及び周期で作動する。

LD 駆動回路 13 は、制御回路 17 により制御されて、制御回路 17 で作られた発光タイミング毎に LD 12 を作動させてレーザ光を出力させる回路である。

走査位置検出部 14 は、走査部 11 のスキャン方向（方位角）を検出してその信号（スキャン方向信号）を制御回路 17 に入力する要素である。

PD 15 は、照射されたレーザ光が検出対象に反射して戻ってきた反射光を受光し、その受光量に応じた電気信号（以下、受光量信号という。）を出力するもので、この PD 15 から出力された受光量信号は信号処理部 16 を介して制御回路 17 に入力されるよう構成されている。

【0040】

制御回路 17（或いはさらに前述のレーダレーダ演算部 6）は、例えばマイコンにより構成され、装置の通常運転時には、基本的に以下のような制御処理によりレーダとしての測定動作を行う。

すなわち、走査部 11 及び LD 駆動回路 13 を上述したように制御するとともに、発光から受光までの伝搬遅延時間 T から検出対象までの距離を演算し、その際のスキャン方向から検出対象の方向を判定し、さらに受光した光の強度（前記

受光量信号の大きさ)により受光量を判定するとともに、これらデータ(距離、方向、受光量)から、検出対象物の判別や移動状態などを判定し、検出対象物の種別情報、位置情報、大きさ情報などを含む検出データを出力するものである。なお、一回の発光によって得られる反射光は実際には一つではなく、照射する光ビームが広がりをもっている関係上、受光タイミングや受光量が異なる反射光が複数受光される。そこで、この種の装置では、例えば図2(b)の如くサンプリングされたPD15の出力波形から、平均化処理(例えば、受光量が最大となる付近の複数ポイントの重心を求める処理)を行って伝搬遅延時間Tを求めている。また、例えば、求められた伝搬遅延時間Tに対応する受光量のサンプリング値を受光量のデータとして特定している。

【0041】

なお本例の場合も、図15(b)で説明したように、レーザ光を実際に照射する角度領域(スキャンエリア)は、反射波を受信して上述の距離データなどの測定を行う角度領域(検出エリア)よりも大きく設定しており、この検出エリアのスキャンエリア内(実際には余裕をみて検出許容エリア内)におけるデータ処理上の設定位置(ソフト的なパラメータ)を変更することにより、装置の検出ヘッドの取付位置を物理的に変更することなく、レーダ1の検出エリア(第1検出エリア)の左右方向の位置調整(即ち、レーダ1の基準方向の軸調整)がある程度可能となっている。また、本例のレーダ1は二次元スキャンレーダであるので、上下方向の位置調整やロール方向の調整についても同様のソフト的な軸調整が可能である。

なお、このようなパラメータ変更による調整を、以下ではソフト的光軸調整といい、このソフト的光軸調整が可能となる範囲を、以下ではソフト的光軸調整可能範囲という。

また以下では、調整用ターゲット3の検出表面を沿う平面上におけるレーダ1の検出エリアの広がり、レーダ視野という(図2(c)参照)。

【0042】

次に、上記設備構成により実施される本例の光軸調整について説明する。なお本例の光軸調整はレーダ1等を搭載した車両を停止させて行う。

本例の光軸調整は、図 2 (c) 或いは図 3 (a) に示す調整用ターゲット 3 をレーダ 1 が取付けられた車両の正面の適正位置を中心として配置し、調整用ターゲット 3 の基準方向 (左右方向) をレーダ 1 の基準方向があるべき方向 (この場合、水平方向) に合わせるとともに、調整用ターゲット 3 の検出表面の周囲環境を反射率がほとんどゼロの環境 (暗部) に設定する (ターゲット設置作業)。次いで、前述の光軸調整指令手段 (図示省略) を操作して、後述の光軸調整 (図 10 に示す) を実行するものである。なお、後述する光軸調整は、本発明のずれ検知処理と調整処理とを略自動的に実行する処理である。

【0043】

この場合の調整用ターゲット 3 は、図 2 (c) に示すように、上下方向に平行となる辺 (端縁) を左右両側に有する直角四辺形状の検出表面 (二次元平面) を有するものであり、この検出表面の左右方向の幅 L_1 は、レーザレーダ視野の左右方向の幅 L_2 よりも小さい寸法とされている。また、このターゲット 3 の上下方向の長さ寸法 (符号省略) は、レーダ視野の上下方向の最大位置ずれ量に対応する長さとなっている。具体的には、レーダ視野が上方に最もずれていた場合でも、図 3 (a) のケース A に示すような位置関係となり、またレーダ視野が下方に最もずれていた場合でも、図 3 (a) のケース C に示すような位置関係となるように上下方向の長さが設定されている。

そして、このターゲット 3 の検出表面には、本発明の明暗パターンを構成する領域として、検出表面の中心位置を上下方向に対して斜めに横断するように配置された帯状領域 21 と、この帯状領域 21 の左右方向両側に位置する反転領域 22, 23 とが形成され、さらにこの場合、帯状領域 21 の上端側と下端側に上下方向の帯状領域 25, 26 (斜めでない部分) が形成されている。ここで、帯状領域 21, 25, 26 は、光をほとんど反射しない反射率の低い暗部 (例えば、黒色に塗られた部分) となっており、また、これら帯状領域 21, 25, 26 の両側に位置する反転領域 22, 23 は、光を強く反射する反射率の高い明部 (例えば、白色に塗られた部分) となっている。

【0044】

このような明暗パターンを有するターゲット 3 であると、その検出表面にレー

ダ1の検出エリアを向けた状態（即ち、前記ターゲット設置作業を行った状態）で測定動作を行うと、基準方向位置（即ち、基準方向の走査量）に対する反射光の受信強度（受光量）の波形が、例えば図3（b）～（d）に示す如く前記検出表面の明暗パターンに対応した逆W字状となり、この波形から検出表面の中心位置に対する検出エリアの軸ずれ量（即ち、レーダ1の適正位置からの軸ずれ量であり、ずれの向きを含む）が上下左右の二方向について算出可能となる。

具体的には、上記受信強度の逆W字状の波形において、中央側の谷状部の頂点（この場合、最下点）に対応する基準方向位置データ（走査量c）と、前記頂点の走査方向両側に位置して前記頂点と同じ受信強度となる点に対応する基準方向位置データ（走査量a, b）から、適正位置（ターゲット3の中心位置）に対するレーザレーダ視野の中心位置の基準方向ずれ量（ $DY = (a + b) / 2$ ）及び直交方向ずれ量（ $DX = DY - c$ ）を算出することが可能となる。

【0045】

というのは、上記受信強度の逆W字状の波形は、帯状領域21, 25, 26（暗部）の位置で受光量が谷状（例えば、V字状又はU字状）に落ち込み、その両側の反転領域22, 23（明部）の位置で受光量が高まり、さらにこれら反転領域22, 23の外縁（即ち、ターゲット3の検出表面の左右両端縁）より外側（暗部として機能するターゲット3の周囲環境）に向かって受光量が大きく低下することによって生じる。このため、中央の谷状部の頂点と同じ受信強度となる点に対応する走査量a, bの平均値（ $(a + b) / 2$ ）は、ターゲット3の検出表面の左右方向中央位置CP（基準位置）の検出エリアにおける位置データに相当する。したがって、この平均値（又はこの平均値に所定係数を掛けた値）を、基準方向ずれ量DY及びターゲット3の左右方向中央位置CPとして把握することができる。

ちなみに、上記基準方向ずれ量（DY）がゼロである場合（図3（c）に示すケースBのような場合）には、ターゲット3の検出表面の左右方向中央位置（CP）と、走査量のゼロ点位置（レーダ1の光軸の基準方向位置）が一致していること（即ち、 $DY = CP = \text{ゼロ}$ ）を意味し、レーダ1の光軸が基準方向において適正位置にあることを意味する。またこの場合、上記基準方向ずれ量（DY）が正

の値である場合（図3（b）に示すケースAのような場合）には、ターゲット3の左右方向中央位置がレーダ視野中心に対して右側にあり、レーダ視野中心（光軸）が左方にずれていることを意味し、逆に上記基準方向ずれ量（DY）が負の値である場合（図3（d）に示すケースCのような場合）には、レーダ視野中心（光軸）が右方にずれていることを意味する。

【0046】

また、上記走査量cは帯状領域21、25、26の中心線が存在する基準方向位置に相当しているため、前記検出表面の左右方向中央位置（CP）に相当する基準方向ずれ量（DY）とこの走査量cとの差（DY-c）は、前記検出表面の左右方向中央位置から帯状領域21、25、26の中心線が存在する左右方向位置までの距離DL（図3（a）に示す）に相当する。そして、この距離DLは、帯状領域21が上下方向に対して傾いていることによって、基本的にはレーザレーダ視野の上下方向のずれに相当する直交方向ずれ量（DX）に比例することになる。したがって、上述の差（DY-c）、或いはこの差に所定係数を掛けた値は、直交方向ずれ量（DX）として把握することが可能となる。

ちなみに、上述の直交方向ずれ量（DX）がゼロである場合（図3（c）に示すケースBのような場合）には、ターゲット3の検出表面の上下方向中央位置と、レーダ1の光軸の上下方向位置が一致していることを意味し、レーダ1の光軸が上下方向において適正位置にあることを意味する。またこの場合、上記直交方向ずれ量（DX）が負の値である場合（図3（b）に示すケースAのような場合）には、ターゲット3の中心がレーダ視野中心に対して下方にあり、レーダ視野中心（光軸）が上方にずれていることを意味し、逆に上記直交方向ずれ量（DX）が正の値の場合（図3（d）に示すケースCのような場合）には、レーダ視野中心（光軸）が下方にずれていることを意味する。

【0047】

なお、帯状領域21の上下両端側の帯状領域25、26は、この場合斜めになっていないため、この部分に関しては、前述の距離DLがレーダ視野の上下位置ずれ量に比例せず、この結果、直交方向ずれ量（DX）の計算値がこの部分において若干不正確になる（若干小さい値になる）。しかし、上下方向にレーダ視野

が大きくずれた部分であるため、誤差の範囲に収まる。或いは、計算された直交方向ずれ量（ DX ）に相当する位置調整を行った後、再度その時点で直交方向ずれ量（ DX ）を求めて位置調整をもう一度行うことで（例えば、後述する図 11 の処理を繰り返すことで）、最終的に正確な位置ずれ量の把握と位置調整が可能となり、実用上全く問題ない。

【0048】

また、上記ターゲット 3 を利用すれば、さらにレーダ 1 のロール方向の軸ずれ量（ずれ角 θ ）を次のような方法で算定できる。

まず、ターゲット 3 の検出表面にレーダ 1 の検出エリアを向けた状態（例えば、前記ターゲット設置作業を行った状態）とする。但しこの場合は、必ずしもレーダ 1 の正面に検出表面を設置する必要はない。そして、レーダ 1 の基準方向のスキャン動作のみによる測定動作を行い、前述の原理で検出表面の左右方向中心位置 $CP1$ を求める。その後、レーダ 1 の直交方向のスキャン動作、或いはレーダ 1 の取付角度の変更によって、レーダ 1 の検出エリア（レーザレーダ視野）を例えば図 4（a）のように直交方向に変化させ、この状態で再度上記測定動作を行って検出表面の左右方向中心位置 $CP2$ を求める。

そして、こうして求められた $CP2$ と $CP1$ の差（即ち、レーダ 1 から見た検出表面の左右方向中心位置の変化）により、ずれ角 θ の方向及び量を算定することができる。何故なら、例えば図 4（a）のようにずれ角 θ を定義すると、レーダ 1 の検出エリアの直交方向位置を例えば上向きに変化させた時に、ターゲット 3 の左右方向中心位置が右側に変化したと観測されれば、図 4（a）に示すような反時計方向のずれ角 θ が存在していると判定され、その関係は図 4（b）に示すような一定の関係となるからである。また、図 4（c）から明らかなように、レーダ 1 における検出エリアの直交方向位置の変化量 ΔX と、その際に測定されたターゲット 3 の左右方向中心位置の変化量 ΔY （ $= CP2 - CP1$ ）との間には、 $\Delta Y = \Delta X \cdot \tan \theta$ という関係式が成立するため、この式からずれ角 θ を定量的に求めることも可能となる。

【0049】

次に、上記監視装置の光軸調整の動作を制御処理手順に従って説明する。

前述した光軸調整指令手段によって光軸調整の実行が指令されると、制御回路 1 7 や判定部 4 等を含む制御処理系（或いは外部より接続されたパーソナルコンピュータ）が、例えば図 1 0 のフローチャートに示す制御処理を実行する。

まずステップ S 1 では、レーダ 1 の測定動作とカメラ 2 の撮像動作を所定回数実行し、光軸調整不能検出を行う。例えば、レーダ 1 により測定された被検出物までの距離が規定範囲外にあるか否か判定し、規定範囲外であれば、調整用ターゲット 3 の設置位置が異常であって光軸調整が不能であることを示す光軸調整可否情報 B を出力する。また、カメラ 2 により撮像された画像中に予め設定された調整用ターゲットの画像が存在するか否か判定し、存在しなければ、調整用ターゲット 3 が設置されておらず光軸調整が不能であることを示す光軸調整可否情報 A を出力する。

次にステップ S 2 では、レーダ 1 の測定結果に基づいて光軸調整不能と判定されたか否か（即ち、光軸調整不能を示す光軸調整可否情報 B が出力されたか否か）を判断し、光軸調整不能であればステップ S 1 2 に進み、そうでなければステップ S 3 に進む。

次いでステップ S 3 では、カメラ 2 の画像に基づいて光軸調整不能と判定されたか否か（即ち、光軸調整不能を示す光軸調整可否情報 A が出力されたか否か）を判断し、光軸調整不能であればステップ S 1 2 に進み、そうでなければステップ S 4 に進む。

【 0 0 5 0 】

次にステップ S 4 では、レーダ 1 の光軸調整のサブルーチン（詳細後述する）を実行した後、ステップ S 5 に進む。

次いでステップ S 5 では、ステップ S 4 の処理内（後述するステップ S 3 0）においてレーダ 1 のロール方向のずれ角 θ が算定済みであるか否か判定し、算定済みである場合にはステップ S 6 に、算定済みでない場合にはステップ S 1 3 に進む。

そしてステップ S 6 では、算定されたレーダ 1 のずれ角 θ を是正するように、前記検出エリアを設定するパラメータを変更するソフト的光軸調整を実行し、ステップ S 6 に進む。なおここでは、レーダ 1 のずれ角 θ を是正するようにレーダ

1の取付角度を、人的操作又は機械的操作によって物理的に変更してもよい。

次にステップS7では、カメラ2の撮像動作を実行し、これにより得られた調整用ターゲット3の撮像データと、ステップS1又はステップS4におけるレーダ1の測定動作で得られたターゲット3までの距離情報（後述する距離DLT）等に基づいて、カメラ2の光軸認識（詳細後述する）が実行される。

【0051】

ステップS7を経ると、ステップS8で、ステップS7で求められたカメラ2の光軸ずれの情報、即ち、後述する外部パラメータや、この外部パラメータの値に基づくずれ角度の値（後述する数11に示す角度の値）などを、接続されたディスプレイに表示し、ステップS9に進む。

そしてステップS9では、カメラ2の光軸調整が完了したか否か（この場合、上記ずれ角度が許容範囲内になったか否か）を判定し、完了ならばステップS14を経て処理を終了し、未完了ならばステップS10に進む。

次にステップS10では、カメラ光軸調整要求をオンにし、ステップS11に進む。カメラ光軸調整要求をオンにするとは、本例では、カメラ2の光軸の姿勢を物理的に変更して調整する作業を作業者に要求する情報を、接続されたディスプレイに表示することを意味する。

ステップS11では、カメラ2の光軸の変化を認識する処理を行い、ステップS9に戻る。

一方、ステップS12では、光軸調整が不能であることを示す情報を、例えば前述のディスプレイに表示して、ステップS1に戻る。

また、ステップS13では、ロール方向のずれ角 θ が算定されていないので、レーダ1の検出エリアの直交方向位置を変えて、基準方向のスキャンによる測定動作を実行し、前述した方法でレーダ1のロール方向のずれ角 θ を算定する。

なお、ステップS14では、ステップS10でカメラ光軸調整要求がオンとされている場合、これを解除する（即ち、前記情報表示を止める）。

【0052】

次に、レーダ1の光軸調整のサブルーチン（前述のステップS4）の詳細について説明する。

このルーチンが開始されると、まずステップ S 2 1 で、レーダ 1 を基準方向に走査させて測定動作を行い、調整用ターゲット 3 及びその周囲からの反射光の受光量波形（走査量に対する受光量の変化のデータ）を生成する。

次いでステップ S 2 2 では、上記受光量波形から前述した走査量（ c ， a ， b ）を求める。

次にステップ S 2 3 では、後述するステップ S 3 7 で設定される上下調整フラグがオンしているとステップ S 2 9 に進み、オンしていないときにはステップ S 2 4 に進む。

次にステップ S 2 4 では、ステップ S 2 2 で求めた走査量の値を使って、前述の基準方向ずれ量（ DY ）、即ち基準方向中心位置（ CP ）の値を求め、その後のステップ S 2 5 では、同様に前述の直交方向ずれ量（ DX ）を算出する。

【0053】

ステップ S 2 5 を経ると、次のステップ S 2 6 で、ステップ S 2 4 で求めた基準方向ずれ量（ DY ）が許容範囲内か否か判定し、許容範囲内である場合にはステップ S 2 7 に進み、そうでない場合にはステップ S 3 2 に進む。

そしてステップ S 2 7 では、後述のステップ S 3 4 で設定された左右方向調整要求（ディスプレイの表示）をオフし、ステップ S 2 8 に進む。

そしてステップ S 2 8 では、ステップ S 2 5 で求めた直交方向ずれ量（ DX ）が許容範囲内か否か判定し、許容範囲内である場合には一連の処理を終了し、そうでない場合にはステップ S 3 6 に進む。

一方ステップ S 2 9 では、前回のシーケンスにおけるステップ S 2 4 で求めた基準方向中心位置の値 $CP1$ を保持したまま、直前に実行したステップ S 2 2 で求めた走査量から、新たに基準方向中心位置の値 $CP2$ を求める。

その後、ステップ S 3 0 では、上記基準方向中心位置 $CP1$ ， $CP2$ と、ステップ S 3 7 で記憶した直交方向位置の変化量 ΔX とから、前述の原理に基づいて、レーダ 1 のロール方向の軸ずれ量（ずれ角 θ ）を求める。

次いでステップ S 3 1 では、ステップ S 3 7 で設定されたフラグをオフに戻し、ステップ S 2 5 に進む。

【0054】

また、ステップ S 3 2 では、基準方向ずれ量 (D Y) が、前述したソフト的光軸調整可能範囲内にあるか否か判定し、範囲内であればステップ S 3 3 に進み、そうでない場合にはステップ S 3 4 に進む。

次にステップ S 3 3 では、前述したソフト的光軸調整によってステップ S 2 4 で求めた基準方向ずれ量 (D Y) を是正する。

一方、ステップ S 3 4 では、ソフト的光軸調整によって調整しきれない基準方向ずれ量 (D Y) をレーダ 1 の取付状態の物理的な変更によって是正すべく、前述のディスプレイにこの調整作業を要求する情報やその軸ずれ量を出力して、作業者の軸調整作業を要請する。なお、ここでは作業者による軸調整作業を要求するのではなく、レーダ 1 の取付角度又は取付位置を機械的に動かして調整する機構を設けておき、この機構を作動させて自動調整する態様でもよい。

【0055】

そしてステップ S 3 3 又は S 3 4 を経ると、ステップ S 3 5 において、ステップ S 2 8 と同様の判定を行い、許容範囲内である場合にはステップ S 1 に戻って処理を繰り返し、そうでない場合にはステップ S 3 6 に進む。

次にステップ S 3 6 では、ステップ S 2 5 で求めた直交方向ずれ量 (D X) を、ソフト的光軸調整によって是正する。なお本例では、このようにソフト的光軸調整のみにより直交方向ずれ量 (D X) を調整する態様であるが、ステップ S 3 2 や S 3 4 と同様にステップを設けて、直交方向ずれ量 (D X) についても必要に応じて物理的調整を行うようにしてもよい。

その後、ステップ S 3 7 では、ステップ S 3 6 の調整による直交方向位置の変化量 ΔX を記憶するとともに、上下調整フラグをオンとした後、ステップ S 2 1 に戻る。

【0056】

次に、カメラ 2 の光軸認識の処理 (前述のステップ S 7) の原理について、図 5 乃至図 8 により説明する。なお、図 5 乃至図 9 で図示した調整用ターゲットは、後述する図 1 4 (a) のタイプであり、図 2 (c) や図 3 (a) で説明したものと図面上タイプが異なるが、機能的には同じであるので、ここでは、同一の調整用ターゲット 3 であるとして説明する。ちなみに実際には、全く同一のもの (

タイプも当然同一)を使用して、レーダ1とカメラ2の光軸調整を行うことができる。

この処理が開始されるときには、レーダ1の光軸調整(ロール方向含む)が全て完了している。このため、図5のようにレーダ1に固定されたレーダ座標(X_1 , Y_1 , Z_1)を定義すると、レーダ1の光軸(即ち、 Z_1 軸)は調整用ターゲット3の中心点Gを貫き、レーダ1の投受光面(X_1 - Y_1 平面)は、調整用ターゲット3の検出表面に平行になる。また、レーダ1(原点 O_1)から調整用ターゲット3(中心点G)までの距離DLTは、前述のレーダ1の光軸調整等において測定されているし、調整用ターゲット3の外径寸法や明暗パターンの寸法は予め決められているので、図5に示す調整用ターゲット3上の各特徴点A~Mのレーダ座標(X_1 , Y_1 , Z_1)における座標値は容易に求まる。

したがって、これら各特徴点A~Mが、カメラ2に固定されたカメラ座標(X_c , Y_c , Z_c)上、最終的にはカメラ2の画像面上において、どのような位置関係で観測されるかを把握し、このような座標系相互の変換パラメータを把握すれば、カメラ2の光軸がレーダ1の光軸に対してどのような相対位置関係にあるかが把握できる。

【0057】

なお、一般的なカメラは、光学系のレンズに歪があるため、画像面上の座標値としては、実際にカメラにより得られたデータに対してこの歪を考慮した補正(座標値変換)を施す必要があるが、ここでは、煩雑になるのを避けるため、このような歪がないものとして説明を簡略化する。ちなみに、上記レンズ歪のパラメータであるレンズ歪係数は、例えば格子状のパターンが表面に形成された正方形のターゲットをカメラの正面の規定距離位置に設置して、その画像データを分析するという公知の手法により容易に求まるので、できればカメラ3の機種毎又は製品毎に予め求めて、上記歪補正のパラメータとして設定しておくことが望ましい。

【0058】

ところで、任意の固定した3次元座標系から見た任意の点Mの座標(X_w , Y_w , Z_w)と、点Mをカメラにより撮像した画像面上の点mの座標(u , v)と

の関係は、数1のように表される。ここで、スケール s は係数であり、 A はカメラの内部パラメータを表す 3×3 行列である。また、 R と t はカメラの外部パラメータ（空間上の6自由度の位置姿勢を表すパラメータ）に相当する行列であり、それぞれ 3×3 行列と 3×1 行列である。なお、 R はカメラの回転成分を、 t は並進成分を示す。つまり、上記座標系 (X_w, Y_w, Z_w) をレーダ座標系 (X_l, Y_l, Z_l) と考え、図5のようにカメラ2に固定したカメラ座標系 (X_c, Y_c, Z_c) を定義すれば、上記行列 R は、レーダ座標系 (X_l, Y_l, Z_l) とカメラ2に固定したカメラ座標系 (X_c, Y_c, Z_c) の相対的な角度（姿勢）のずれ、即ちレーダ1とカメラ2の光軸の不一致度（非平行の程度）に相当するパラメータである。またこの場合、上記行列 t は、レーダ1とカメラ2の設置位置の違いに相当するパラメータである。ちなみに、図1 (a) に示した態様では、カメラ2がレーダ1の鉛直方向上側に設置してあり、このような設置高さの違いや水平方向の設置位置の違いが上記行列 t に反映される。

【0059】

【数1】

$$s\tilde{m} = A[R \ t] \tilde{M} \quad \tilde{m} = \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix}, \quad \tilde{M} = \begin{bmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \\ 1 \end{bmatrix}$$

【0060】

ここで、内部パラメータである行列 A の求め方について説明しておく。

行列 A は、カメラの機器によって決まる定数であり、数2のような成分となる。ここで、(c_u, c_v) は画像座標の原点（通常、画像面の中心点）であり、 α と β は画像座標軸 (u, v) のスケール要素であり、 γ は u 軸と v 軸の歪曲度

である。

【0061】

【数2】

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} \alpha & \gamma & cu \\ 0 & \beta & cv \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

【0062】

次に、数1のA, R, tを一つの行列Pにまとめれば、数3のようになる。これは、点Mの3次元固定座標と行列Pが分かれば、その投影先である画像面上の点がスケールsの倍数で表されることを示す。なお、スケールsは、点Mとカメラとの距離（この場合、前述の距離DLTに対応する値）に基づいて求まる。また、行列Pは、3×4行列であり、一般的に射影行列と呼ばれる。本例の場合、調整用ターゲット3の各特徴点のレーダ座標上の座標値と、これら特徴点のカメラ2における画像面上の座標値によって、この射影行列を求めることが、レーダ1とカメラ2間の座標変換パラメータを把握することになる。

【0063】

【数 3】

$$s\tilde{m} = P\tilde{M}$$

【0 0 6 4】

そして、数 3 を変形すると、数 4 のような方程式となる。ここで、 Z は、3 次元の点 M 及び 2 次元の点 m からなる 2×12 の行列であり、 p は、射影行列 P をベクトル状に並び替えたカメラパラメータである。3 次元の点 M 及び 2 次元の点 m が分かれば、数 5 に示すような最適化問題として、このカメラパラメータ p を求めることができる。なお、ベクトル p が計算されたら、それを射影行列 P に表現しなおす。

【0 0 6 5】

【数 4】

$$\mathbf{Z} \mathbf{p} = 0$$

$$\mathbf{p} = [p_{11} \quad p_{12} \quad \cdots \quad p_{34}]^T$$

【0 0 6 6】

【数 5】

$$\|\mathbf{Z} \mathbf{p}\|^2 \rightarrow \min, \quad \|\mathbf{p}\|^2 = 1$$

【0 0 6 7】

次に、求めた射影行列 \mathbf{P} を、数 6 に示すように、 3×3 行列と 3×1 行列に分ける。このうち、 3×3 行列は、数 1 から分かるように、行列 \mathbf{A} と \mathbf{R} の積 $\mathbf{A} \mathbf{R}$ である。また、 3×1 行列は、行列 \mathbf{A} と \mathbf{t} の積 $\mathbf{A} \mathbf{t}$ である。

このため、上記 3×3 行列を周知の $\mathbf{Q} \mathbf{R}$ 分解（コレスキー分解）により直交行列と上三角行列に分解し、この分解により得られた上三角行列を、その（3，3）成分で全体を除算すれば、数 2 と同じ形式の行列 \mathbf{A} （内部パラメータ）が求まる。

なお、この行列 \mathbf{A} （内部パラメータ）は、カメラ 3 の機器自体によって決まる

ものであるため、前述のステップ S 7 において調整用ターゲット 3 のデータによって求める必要は必ずしもなく、通常は、カメラ 3 の機種毎又は製品毎に事前に求めて設定しておけばよい。例えば、前述したレンズ歪を求める作業において、同一のターゲットを用いてこの行列 A を求めておいてもよい。

【0068】

【数 6】

$$\mathbf{P} = \left[\begin{array}{ccc|c} p_{11} & p_{12} & p_{13} & p_{14} \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} & p_{24} \\ p_{31} & p_{32} & p_{33} & p_{34} \end{array} \right] = [\mathbf{A} \mathbf{R} \mid \mathbf{A} \mathbf{t}]$$

【0069】

次に、外部パラメータ (R t) の求め方について説明する。

この外部パラメータも、前述の内部パラメータと同様の考え方（射影行列 P を求めるという考え方）で求めることができる。但し、この外部パラメータは、前述のステップ S 7 において、レーダ 1 の光軸調整後に同一の調整用ターゲット 3 を用いて行う。このようにすると、レーダ 1 の光軸とカメラ 2 の光軸との間の座標変換パラメータを構成する外部パラメータを正確かつ容易に求めることができる。

まず、既述したように、調整用ターゲット 3 上の各特徴点 A ~ M のレーダ座標 (X 1, Y 1, Z 1) 上の座標値は、数 7 に示すように容易に求まる。

【0070】

【数 7】

$$(X_1, Y_1, Z_1) = (x_{1A}, y_{1A}, D_{1t}), (x_{1B}, y_{1B}, D_{1t}), (x_{1C}, y_{1C}, D_{1t}), \dots, (x_{1M}, y_{1M}, D_{1t})$$

【0071】

次に、各特徴点A～M（中心点Gを除く、以下同様）の画像面上の座標値を求める。なお、この座標値は、カメラ2により撮像された調整用ターゲット3の画像を画像処理（エッジ抽出、コーナ抽出、及び2値化）することによって求めてもよいが、ここでは処理の簡素化のために、次のようにして各特徴点の座標値を求める。

即ち、図6に示すように、カメラ2により撮像された調整用ターゲット3の画像において、各特徴点A～Mを囲む四隅の位置を作業者が指定する操作を要求し、この操作によって指定された上記四隅の内側の領域を、図7（a）に示す如く切り出す。なお、上記指定操作（領域指定操作）は、例えば本監視装置に接続されたパーソナルコンピュータに上記調整用ターゲット3の画像を取り込み、このコンピュータのマウス操作によって行う（図6参照）。次に、こうして切り出された画像データに対して、周知のエッジ抽出フィルタ処理を施して、図7（b）のようなエッジ画像を生成する。次いで、さらに周知のハフ変換を行い、図7（c）に示すように直線を検出した後、検出された各直線の交点を求める。次に、求められた交点のうち、各特徴点A～Mに相当する点（図8（a）においてマル印で示す交点）を指定する作業者の操作（例えば、前述したマウス操作によるもので、本発明の交点指定操作に相当）を要求し、指定された交点の座標を各特徴点A～Mの座標値として登録する。これにより、図8（b）に黒四角で示すように、各特徴点A～Mの画像面上の座標値がそれぞれ求められる。数8は、この座標値を表す式である。

【0072】

【数8】

$$(u, v) = (u_A, v_A), (u_B, v_B), (u_C, v_C), \dots, (u_M, v_M)$$

【0073】

次に、数3に示した射影行列Pを、調整用ターゲット3に関して求める。いいかえると、数7で表される各特徴点A～Mの3次元座標値と、数8で表される各特

微点A～Mの2次元座標値の関係を決定する射影行列Pを求める。求め方は、前述の行列A（内部パラメータ）の求め方において説明したものと同一でよい。

次いで、求められた射影行列Pから外部パラメータ（行列Rとt）を抽出する。この抽出は、数6の関係から数9によって行うことができる。ここで、 A^{-1} は、前述した求め方によって求められた行列A（内部パラメータ）の逆行列である。以上により、調整用ターゲット3に基づく外部パラメータ、即ちレーダ1に対する外部パラメータが求められる。

【0074】

【数9】

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{R} = \mathbf{A}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} \\ p_{31} & p_{32} & p_{33} \end{bmatrix} \\ \mathbf{t} = \mathbf{A}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} p_{14} \\ p_{24} \\ p_{34} \end{bmatrix} \end{array} \right.$$

【0075】

次に、カメラ2の光軸変化（この場合、姿勢変化のみ）を認識する処理（前述のステップS11）の原理について、図9を使用して説明する。

前述した外部パラメータにおける回転行列Rは、カメラ座標系の各軸回りの回

転として表せる。即ち、カメラ 2 の検出エリア（第 2 検出エリア）が、Z c 軸回りに θ 回転し、X c 軸回りに ϕ 回転し、Y c 軸回りに ρ 回転したとすると、行列 R は数 10 のようになる。これを数 9 の成分と比較することで、数 11 のようにカメラ 2 の上記光軸角度 θ , ϕ , ρ が算出できる。

前述のステップ S 11 では、行列 R を新たに求めて数 11 から新たな光軸角度を算出し、カメラ 2 の光軸角度の変化（カメラ 2 の検出エリアの姿勢変化）を把握してもよいが、本形態例では、処理の簡素化のために、次の方法によってこの光軸角度の変化を把握する。

【0076】

【数 10】

$$\mathbf{R}_t = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{bmatrix} \quad \begin{aligned} r_{11} &= \cos \theta_t \cos \rho_t \\ r_{21} &= -\sin \theta_t \cos \rho_t + \cos \theta_t \sin \phi_t \sin \rho_t \\ r_{31} &= \cos \phi_t \sin \rho_t \\ r_{12} &= \sin \theta_t \cos \phi_t \\ r_{22} &= \cos \theta_t \cos \phi_t \\ r_{32} &= -\sin \phi_t \\ r_{13} &= -\cos \theta_t \sin \rho_t + \sin \theta_t \sin \phi_t \cos \rho_t \\ r_{23} &= \sin \theta_t \sin \rho_t + \cos \theta_t \sin \phi_t \cos \rho_t \\ r_{33} &= \cos \phi_t \cos \rho_t \end{aligned}$$

【0077】

【数 11】

$$\left\{ \begin{array}{l} \theta_t = \tan^{-1} \frac{r_{12}}{r_{22}} \\ \phi_t = -\sin^{-1} r_{32} \\ \rho_t = \tan^{-1} \frac{r_{31}}{r_{33}} \end{array} \right.$$

【0078】

即ち、角度調整によって、画像面上の特徴点Aが例えば図9に示すような特徴点A'に移動したとすると、このような特徴点の変化から角度調整後の新たな回転行列Rを推定する。

より具体的には、例えば前述のステップS9の判定が否定的になった時点（カメラ光軸調整が必要との判定がなされた時点）から、ステップS9の判定が肯定的になる（カメラ光軸調整が完了と判定される）時点まで、例えば一定時間毎にカメラ2の撮像動作を行い、その都度移動後の複数の特徴点の画像面上の座標を探索して、角度変化に相当する回転行列 R_{t+1} を数12から推定する処理を繰り返す。

返し実行する。

なお、数 12 において、 $u_{t, 0}, \dots, u_{t, n}$ と $v_{t, 0}, \dots, v_{t, n}$ は、時刻 t での n 個の特徴点の画像面上の座標値であり、 f はカメラ 2 の焦点距離である。また、 $u_{t+1, 0}, \dots, u_{t+1, n}$ と $v_{t+1, 0}, \dots, v_{t+1, n}$ は、時刻 $t+1$ での n 個の特徴点の画像面上の座標値である。

また、時刻 $t+1$ での回転行列 R_{t+1} の推定値は、数 13 の最適化問題として解くことができる。

【0079】

【数 12】

$$R_{t+1} q_t = q_{t+1}$$

$$q_t = \begin{bmatrix} u_{t,0} & u_{t,1} & \dots & u_{t,n} \\ v_{t,0} & v_{t,1} & \dots & v_{t,n} \\ f & f & \dots & f \end{bmatrix}, \quad q_{t+1} = \begin{bmatrix} u_{t+1,0} & u_{t+1,1} & \dots & u_{t+1,n} \\ v_{t+1,0} & v_{t+1,1} & \dots & v_{t+1,n} \\ f & f & \dots & f \end{bmatrix}$$

【0080】

【数 13】

$$\|R_{t+1} q_t - q_{t+1}\|^2 \rightarrow \min$$

【0081】

また、移動後の特徴点の検索は、次のようにして行う。

即ち、時刻 t での特徴点の周囲画像をテンプレートとして登録し、時刻 $t+1$ の時の画像から数 14 に示す正規化相互相関演算で照合しながら特徴点の位置の周囲画像を探索し、数 14 に示す $s s d$ が最大値となる位置を求めることで移動後

の特徴点の座標を特定する。なお、数 14 において、 $f(u, v)$ と $g(u, v)$ は、移動前後の画像面上の座標値を意味する。

【0082】

【数 14】

$$ssd = \frac{\sum_i \{f(u_i, v_i) - \bar{f}\} \cdot \sum_j \{g(u_j, v_j) - \bar{g}\}}{\sqrt{\sum_i \{f(u_i, v_i) - \bar{f}\}^2} \cdot \sqrt{\sum_j \{g(u_j, v_j) - \bar{g}\}^2}}$$

$$\bar{f} = \frac{1}{M} \sum_{i=0}^{M-1} f(u_i, v_i), \quad \bar{g} = \frac{1}{M} \sum_{i=0}^{M-1} g(u_i, v_i)$$

【0083】

次に、角度変化に相当する回転行列 R_{t+1} が前述の推定によって求まると、各方向の角度変化量 $\Delta \theta_t$, $\Delta \phi_t$, $\Delta \rho_t$ を前述の数 11 により求めることができる。そして、これら角度変化量が求まると、角度変化後（時刻 $t+1$ ）のカメラ光軸の新たな姿勢（各方向の角度 θ_{t+1} , ϕ_{t+1} , ρ_{t+1} ）が、数 15 に示す式により容易に計算される。

なお、前述のステップ S9 の処理では、上述のカメラ光軸の新たな姿勢が求まる度に、これを所定の許容角度 ϵ と比較し、数 16 に示すように各角度が ϵ 以下となった s 回目の時点（時刻 $t+s$ ）で、カメラ光軸完了と判定する。

【0084】

【数 15】

$$\begin{cases} \theta_{t+1} = \theta_t + \Delta\theta_t \\ \phi_{t+1} = \phi_t + \Delta\phi_t \\ \rho_{t+1} = \rho_t + \Delta\rho_t \end{cases}$$

【0085】

【数 16】

$$\left\{ \begin{array}{l} |\theta_{t+s}| \leq \varepsilon \\ |\phi_{t+s}| \leq \varepsilon \\ |\rho_{t+1}| \leq \varepsilon \end{array} \right.$$

【0086】

以上説明した制御処理によれば、まず、ステップS1～S3、S12の処理により、各センサによる調整不能状態の判定が行われ、何れかの判定により調整不能状態と判定された場合には、両方の調整が実行されない。このため、既述したように、調整不能状態で誤った調整を行ってしまう事態を信頼性高く回避できる。

次に、ステップS4（S21～S37）の処理によって、レーダ1の検出エリア（第1検出エリア）の基準方向と直交方向の軸ずれ検知処理と軸調整が自動的に実行される。但し本例では、レーダ1の基準方向（この場合、左右方向）の軸ずれがソフト的光軸調整範囲を超える場合には、この左右方向の軸ずれを調整する左右方向調整要求（軸ずれ情報）がディスプレイに表示され（ステップS32

、S34)、前記軸ずれが許容範囲内に収まるとこの表示がオフされる(ステップS26、S27)。このため作業者は、このディスプレイの表示を見ながら、レーダ1の取り付け方向等を変更することで、ソフト的光軸調整範囲を超える上記軸ずれを容易に是正して物理的に調整できる。

【0087】

また、ステップS4の処理においては、ステップS36の直交方向(この場合、上下方向)の軸調整(この場合、ソフト的调整のみ)がなされた場合に、ステップS37で上下調整フラグがオンに設定され、これによりステップS23の分岐処理によってステップS29～S31(ロール方向の軸ずれ量(ずれ角 θ)を算定するロールずれ検知処理)が実行される。

次に、上記ステップS29～S31のロールずれ検知処理が実行されていない場合(ずれ角 θ が算出済みでないとき)には、ステップS5、S13でロールずれ検知処理がなされ、その後、ステップS6で、算出されたロール方向の軸ずれを是正する調整作業(この場合、ソフト的な調整のみ)が実行される。

そして、このようにレーダ1の軸調整が全て終了した後、ステップS7～S11、S14において、カメラ2の軸ずれ検知処理及び軸ずれ調整(座標変換パラメータの設定含む)が行われる。なお、カメラ2の軸ずれ(この場合、前述した外部パラメータの回転成分である回転行列Rにより特定されるもので、レーダ1の光軸に対する姿勢のずれ)が、許容範囲を外れている場合には、ステップS10によって物理的な取付変更による調整が、ディスプレイへの情報表示により要求され、許容範囲内に収まるとステップS9、S14の処理によって上記要求が取り消され、処理が終了する。このため作業者は、このディスプレイの表示を見ながら、カメラ2の取付方向等を変更することで、上記軸ずれを容易に是正して物理的に調整できる。

【0088】

以上説明したように本例の軸調整方法によれば、レーダ1(第1検出エリア)の上下方向(直交方向)及び左右方向(基準方向)の2次元軸調整と、レーダ1(第1検出エリア)のロール方向の軸調整と、カメラ2(第2検出エリア)の各方向の軸調整(特に、カメラ2の光軸をレーダ1の光軸に平行にする姿勢調整)

が、同一のターゲットで容易かつ正確に可能になる。このため、監視装置としての測定精度を向上させることができるとともに、軸調整に要する作業時間の短縮と作業に必要なコスト低減が図れる。また、センサ同士の認識情報（被検出物の位置情報）の相関が正しく取れるようになり、各センサの測定結果を相互利用してフュージョン方式の長所を高度に発揮することができる。

【0089】

なお、本軸調整方法（レーダ1の軸調整方法）は、受信強度の波形が調整用ターゲットの相対位置に対応する逆W字状となるような明暗パターンを調整用ターゲットの検出表面に形成し、このような受信強度の波形から光軸のずれ量を各方向（ロール方向含む）について算出可能とした構成である。このため、この光軸のずれ量が定性的かつ定量的に把握できるようになり、高精度な光軸調整が安定的に可能となる。また、レーダ1のレーザ光のビーム幅が例えば図2（c）に示すように広くなり、レーダ1の分解能が比較的低くなったとしても、受信強度の波形（走査方向における受光量の連続的变化）によってずれ量を判定しているため、上述した良好なずれ量検知及び光軸調整が問題なく可能となる。ちなみに、前述した特許文献1の方法では、レーダの分解能が粗い場合、軸調整が十分な精度で行えないという短所がある。

【0090】

なお、本発明は上記形態例に限られず、各種の態様や変形が有り得る。

例えば、本願の第1の軸調整方法（ロール方向の軸ずれ調整）は、かならずしも、フュージョン方式の監視装置に限られず、例えばレーダ単体よりなる監視装置に適用することもできる。この場合、制御処理内容は、例えば図12に示すようになる。

【0091】

また、調整用ターゲットとしては、図14（a）に示すように、前述のターゲット3の検出表面に対して枠状の背景領域31（暗部）を追加した構成の調整用ターゲット3aを使用してもよい。このような構成とすれば、ターゲットの周囲環境を必ずしも暗部に設定しなくても、図3（b）～（d）に示すような良好な受光量波形が得られ易くなる。

また、図14 (b) に示すように、前述のターゲット3における帯状領域25, 26 (斜めでない部分) を削除した構成の調整用ターゲット3bを使用してもよい。但し、このような構成の場合、上下方向のずれ量が大きくターゲットの上下長さが大きくなると、傾斜した帯状領域21の両端がそのまま延長方向に伸びることになるので、ターゲットの幅寸法もそれに比例して大きくなってしまう。その点、前述のターゲット3のような構成であれば、帯状領域25, 26 (斜めでない部分) を有する分だけ、ターゲットの幅寸法が低減できるので、ターゲットの小型化という観点からは、前述のターゲット3のような構成が優れている。

また、図14 (c) に示すように、上述のターゲット3bの検出表面に対して枠状の背景領域32 (暗部) を追加した構成の調整用ターゲット3cを使用してもよい。

【0092】

また、図13 (a) に示すような調整用ターゲット3dを使用してもよい。このターゲット3dの検出表面の外形は、上下方向に対して斜めにかつ相互に平行に配置された辺 (端縁) を左右方向両側に有する平行四辺形状であり、このターゲット3dの検出表面の左右方向の幅L1は、前記検出エリアの走査方向の幅L2よりも小さい寸法とされている。また、このターゲット3dの検出表面には、本発明の明暗パターンを構成する領域として、検出表面の中心位置を上下方向に横断するように配置された帯状領域41と、この帯状領域41の左右方向両側に位置する反転領域42, 43 (この場合、三角形状の領域) とが形成され、帯状領域41が暗部とされ、反転領域42, 43が明部とされている。

このような調整用ターゲット3dの場合でも、前述の調整用ターゲット3と同様に、逆W字状の受光量波形が得られ、この受光量波形における走査量 (c, a, b) から、各方向のずれ量 (DY, DX) 等が算出でき、同様の光軸調整が可能となる。但し、この場合のずれ量 (DY, DX) を算出する式は、 $DY = c$ 、及び $DX = (a + b) / 2 - c$ となる。

【0093】

また、図13 (b) に示すように、上述のターゲット3dの検出表面に対して枠状の背景領域44 (暗部) を追加した構成の調整用ターゲット3eを使用して

もよい。

また、本発明の調整用ターゲットの特殊な態様としては、例えば図13(c)に示すような調整用ターゲット3fがあり得る。これは、中央部が斜めに切断された上下方向の帯状領域51(暗部)と、この帯状領域51の左右両側と内側に配置されたN字状の反転領域52(明部)と、反転領域52や帯状領域51の周囲に形成された四角枠状の背景領域53(暗部)とが、検出表面に形成されたものである。このような調整用ターゲット3fであっても、前述の調整用ターゲット3と同様の原理で光軸調整が良好に可能となる。

なお、上記調整用ターゲット3fにおける背景領域53(暗部)を削除してもよい。

また例えば、以上例示した調整用ターゲット3, 3a, 3b, 3c, 3d, 3fに対して、明部と暗部を反転させた構成の調整用ターゲットであってもよい。

【0094】

また、ディスプレイに表示する軸ずれ情報としては、例えば、前述の受光量波形を表示してもよい。

また、本発明のターゲット設置作業をロボットなどの自動機を使用して自動で行う態様としてもよいし、或いは、固定状態に設置された調整用ターゲットに対して、監視装置の搭載された車両等をコンベア等で移動させ位置決め装置を使用して自動で位置決めることにより、本発明のターゲット設置作業を自動で行うこともできる。

また本発明は、上記形態例のように二次元スキャンを行うレーダに適用してもよいが、例えば左右方向(基準方向)にのみ走査を行うレーダに適用することもできる。

また本発明は、レーザ光や可視光を用いたセンサよりなる監視装置のみならず、例えば電波や音波を用いたセンサよりなる測距装置にも適用できる。

【0095】

【発明の効果】

本願第1の軸調整方法によれば、監視装置のロール方向の軸ずれを容易に調整して、監視装置の測定精度を向上させることができる。

また、本願第 2 の軸調整方法によれば、レーダとカメラを併用するフュージョン方式の監視装置において、各センサの軸調整が、一つの調整用ターゲットを用いて容易かつ短時間に可能となり、フュージョン方式として各センサが協調する際に、互いの認識情報の相関を正しく取ることができて、フュージョン方式としての長所を高度に発揮できるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

軸調整を実施する監視装置を含む設備構成等を示す図である。

【図 2】

レーダの構成や調整用ターゲット等を示す図である。

【図 3】

レーダの受光波形を説明する図である。

【図 4】

レーダのロール方向の軸調整の原理を説明する図である。

【図 5】

調整用ターゲットの特徴点と各センサの座標系を示す図である。

【図 6】

調整用ターゲットの画像例を示す図である。

【図 7】

調整用ターゲットの特徴点の抽出処理を説明する図である。

【図 8】

調整用ターゲットの特徴点の抽出処理を説明する図である。

【図 9】

調整用ターゲットの特徴点の探索処理を説明する図である。

【図 1 0】

軸調整の処理（メインルーチン）を示すフローチャートである。

【図 1 1】

軸調整の処理（サブルーチン）を示すフローチャートである。

【図 1 2】

軸調整の処理を示すフローチャート（他の例）である。

【図 1 3】

調整用ターゲットの他の例を示す図である。

【図 1 4】

調整用ターゲットの他の例を示す図である。

【図 1 5】

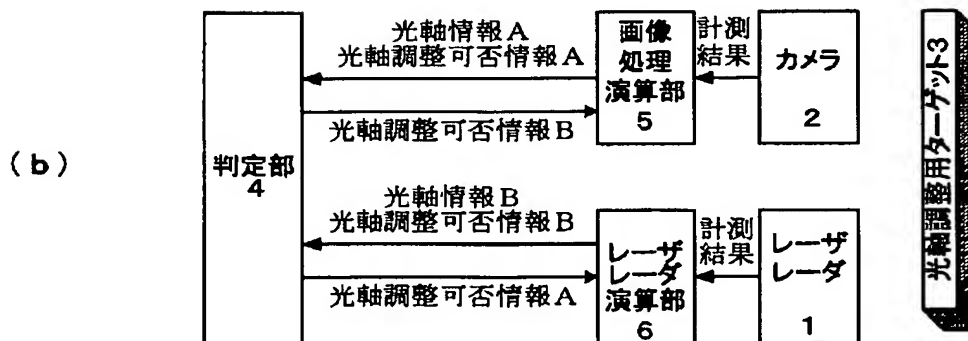
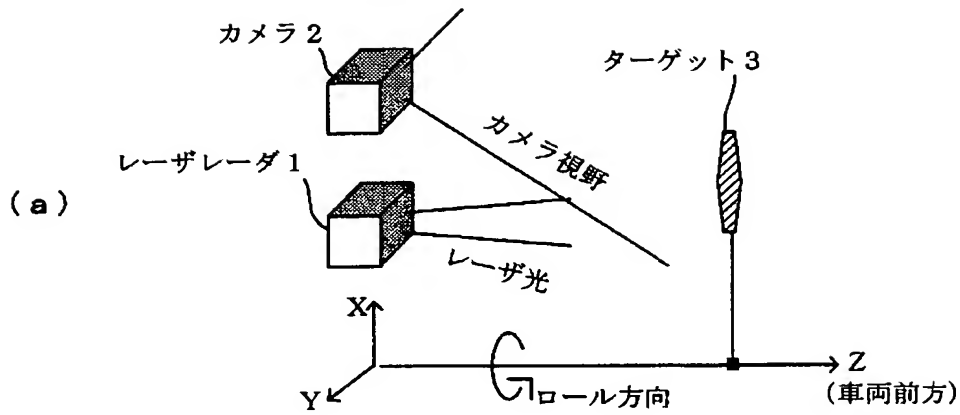
従来の軸調整を説明する図である。

【符号の説明】

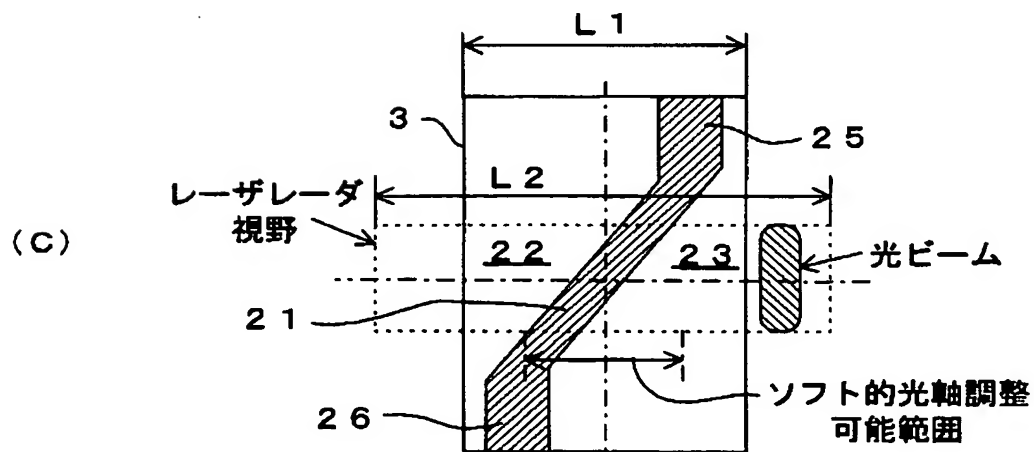
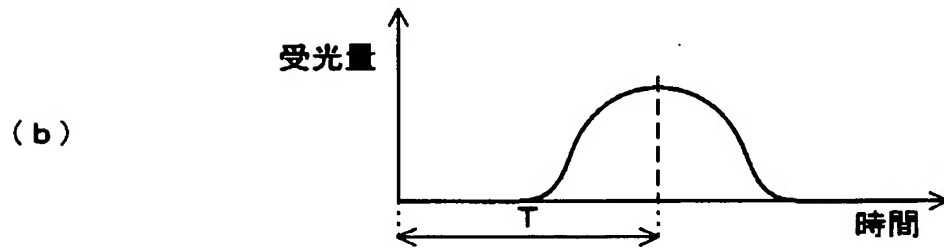
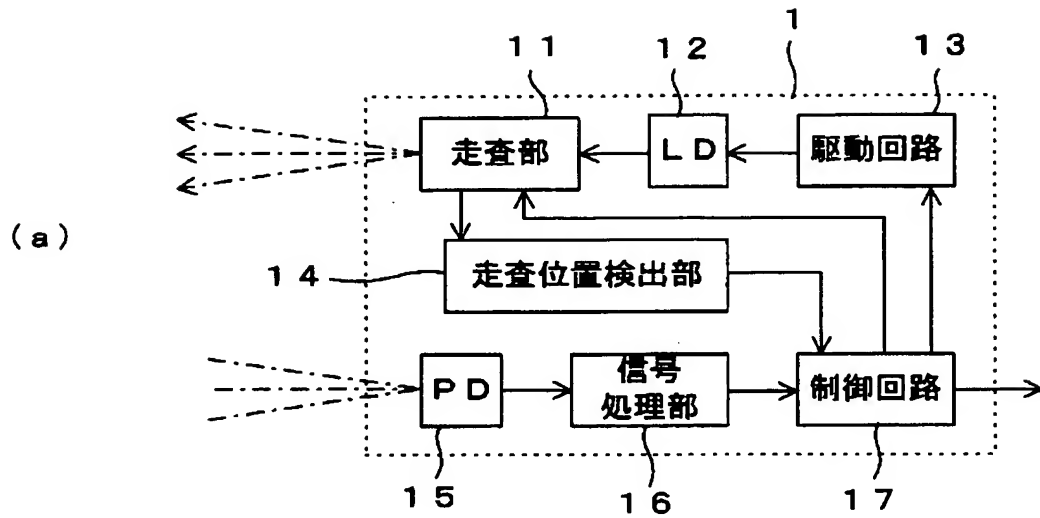
- 1 レーザレーダ（監視装置）
- 2 カメラ（監視装置）
- 3, 3 a, 3 b, 3 c, 3 d, 3 f 調整用ターゲット
- 2 1, 2 5, 2 6, 4 1, 5 1 帯状領域
- 2 2, 2 3, 4 2, 4 3, 5 2 反転領域
- 3 1, 3 2, 4 4, 5 3 背景領域

【書類名】 図面

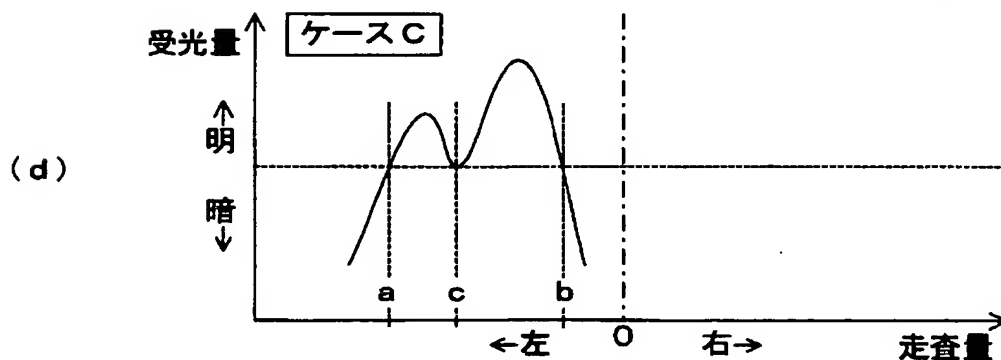
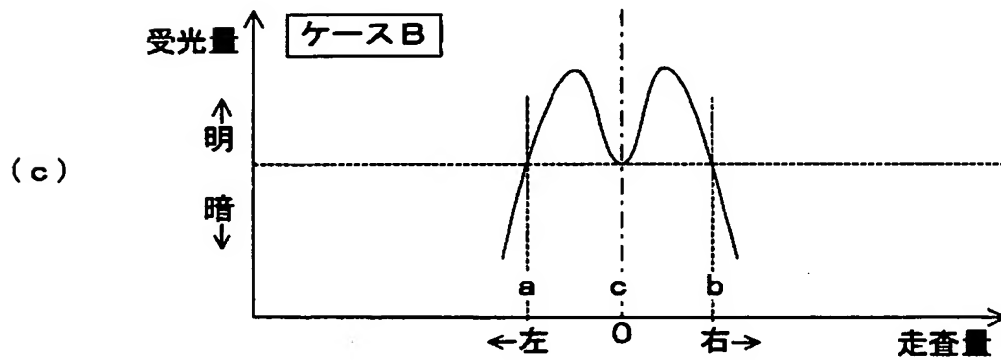
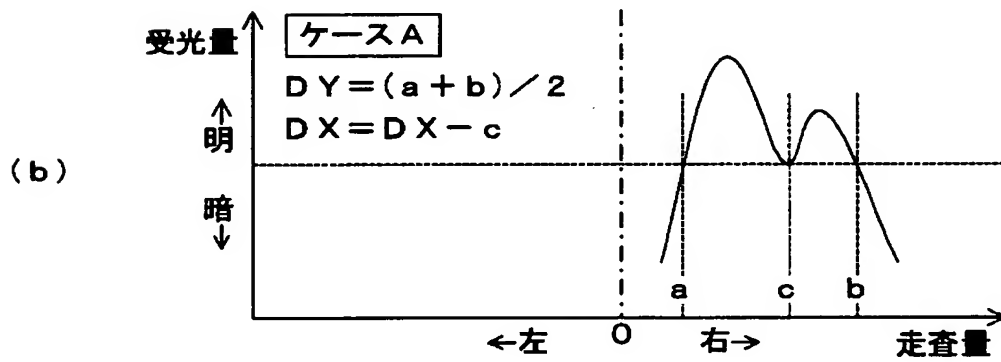
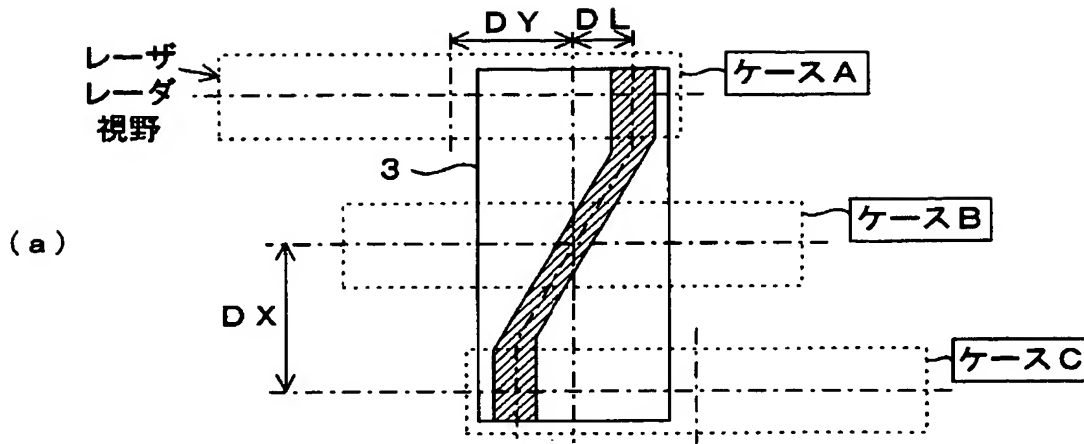
【図 1】



【図 2】

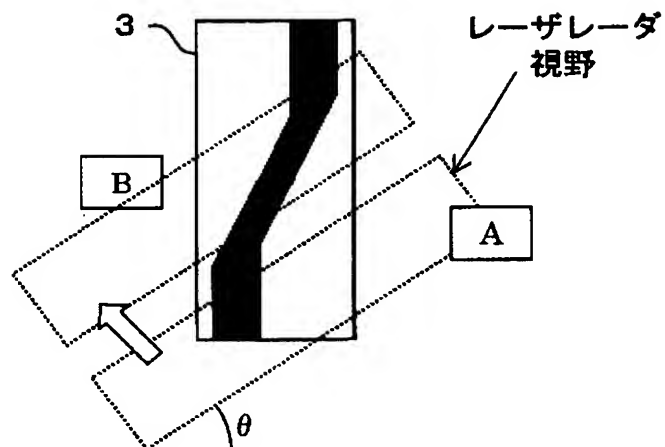


【図 3】



【図 4】

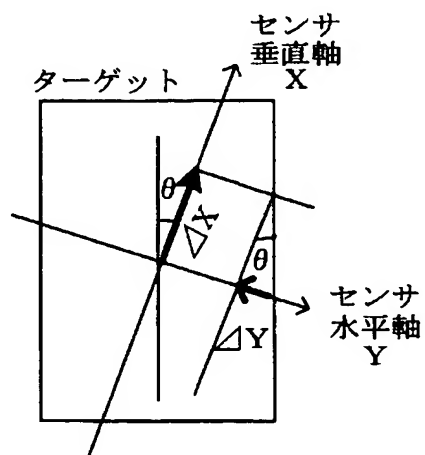
(a)



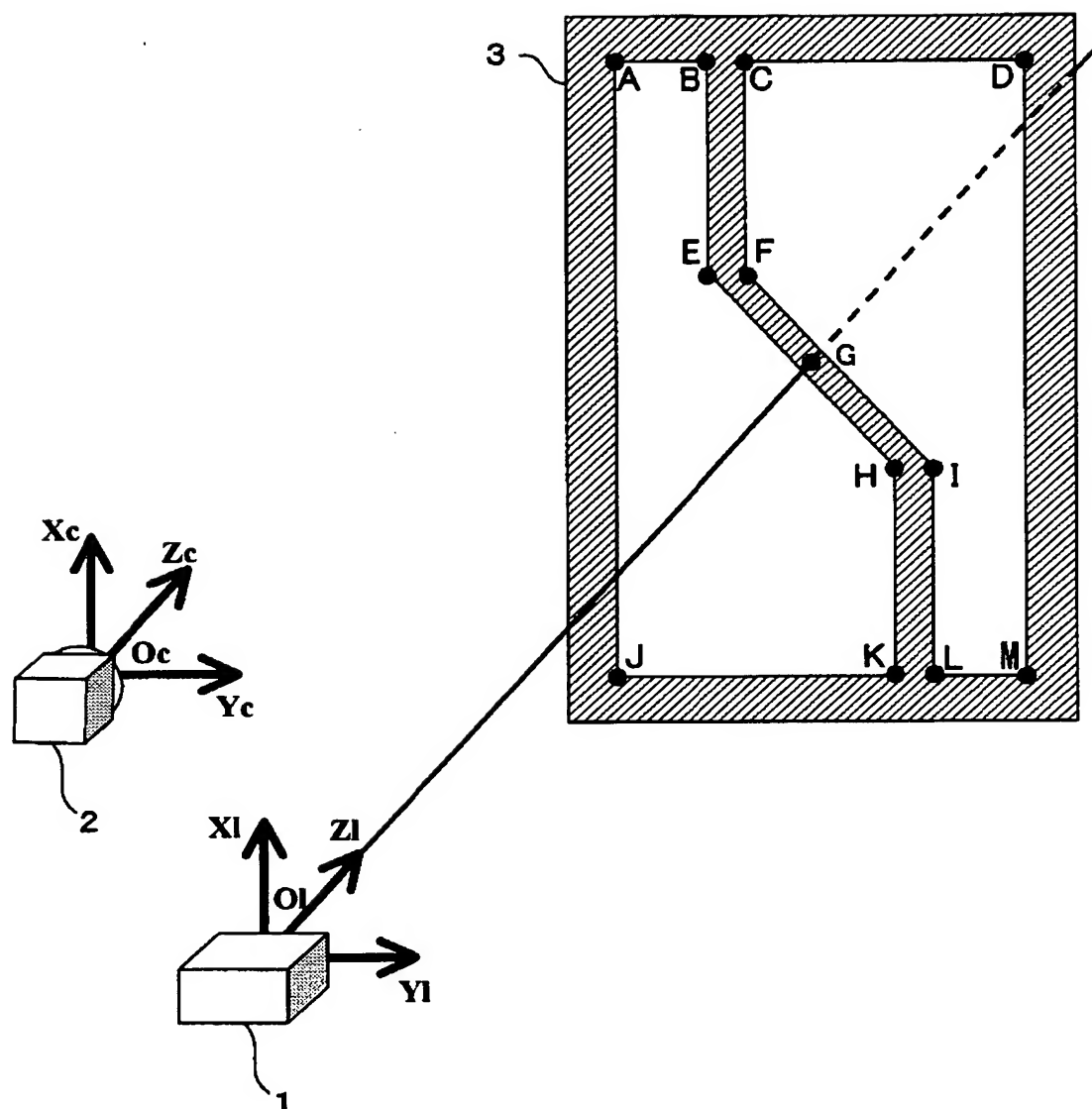
(b)

| レーザレーダ 光軸移動方向 | センサが認識した ターゲット中心の動き | ロール方向ずれ判断 |
|------------------|------------------------|-----------|
| 上 | 左 | 時計方向 |
| | 右 | 反時計方向 |
| 下 | 左 | 反時計方向 |
| | 右 | 時計方向 |

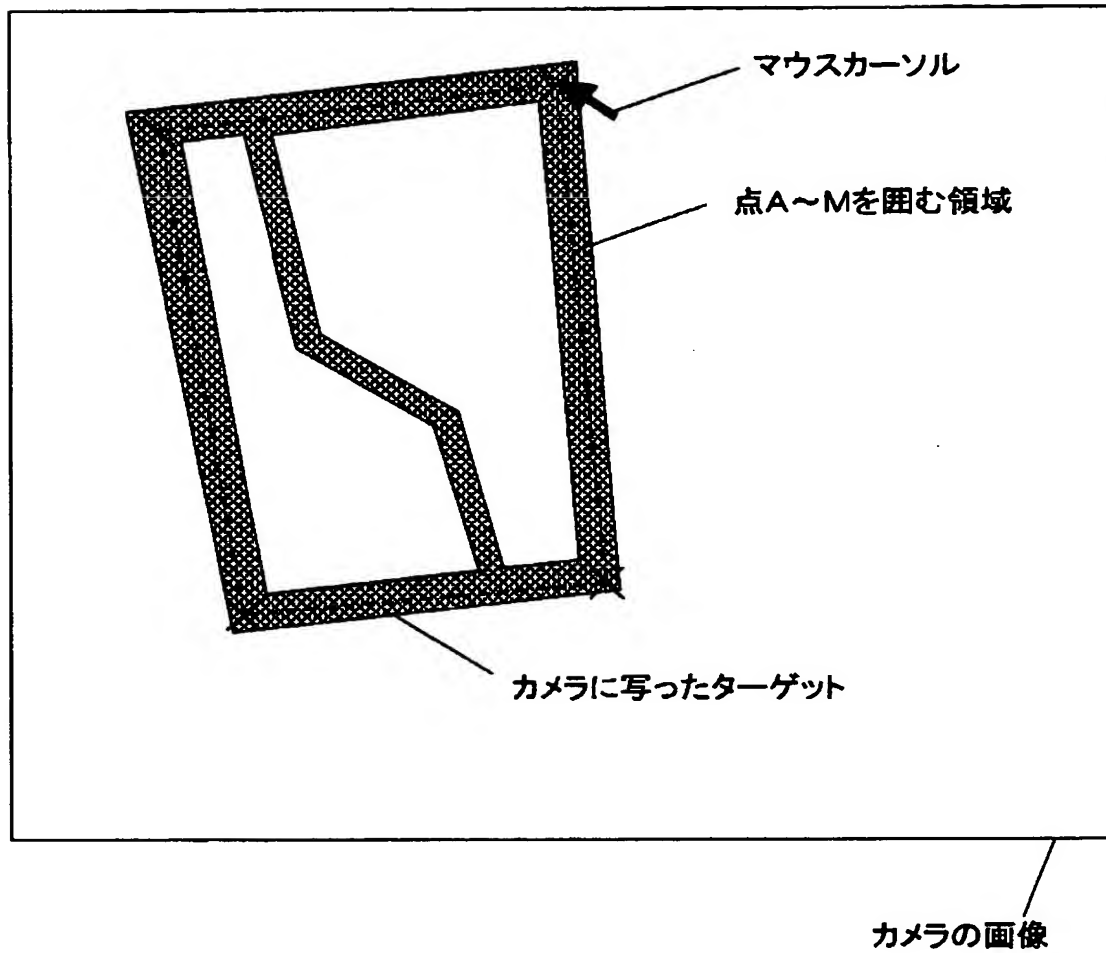
(c)



【図 5】

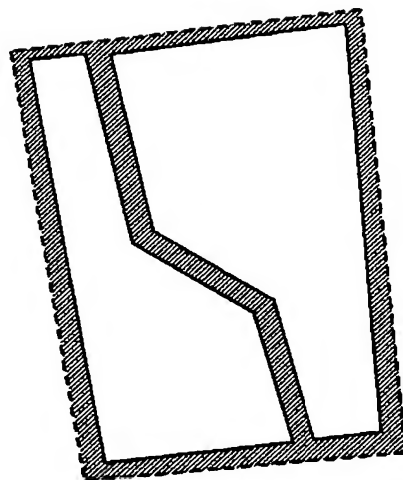


【図 6】

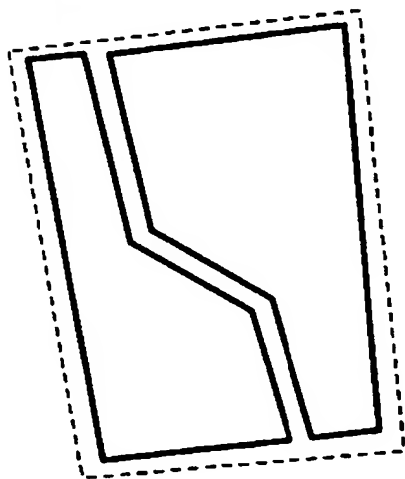


【図 7】

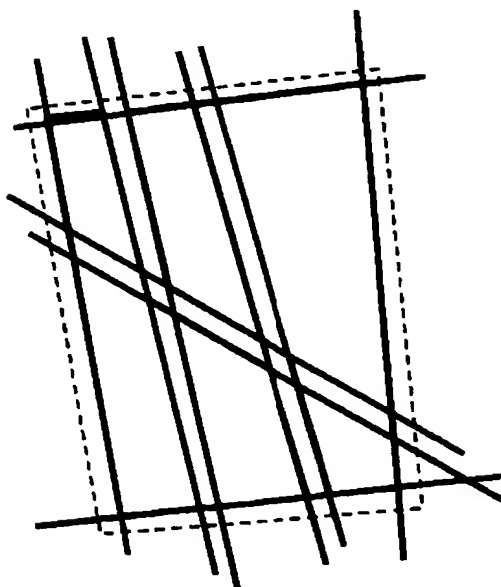
(a)



(b)

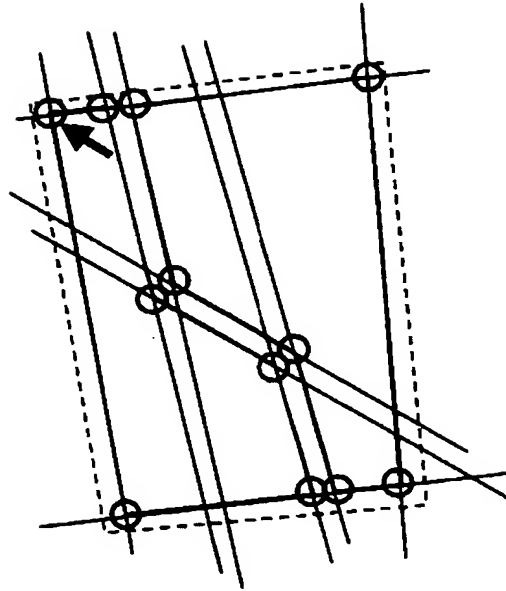


(c)

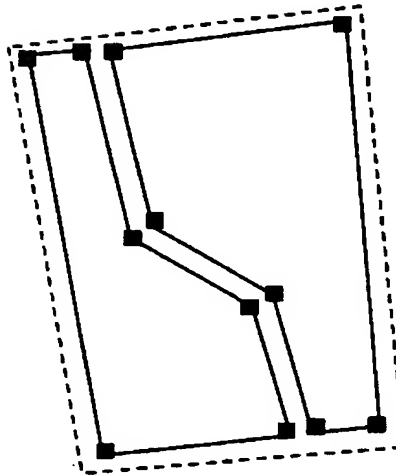


【図 8】

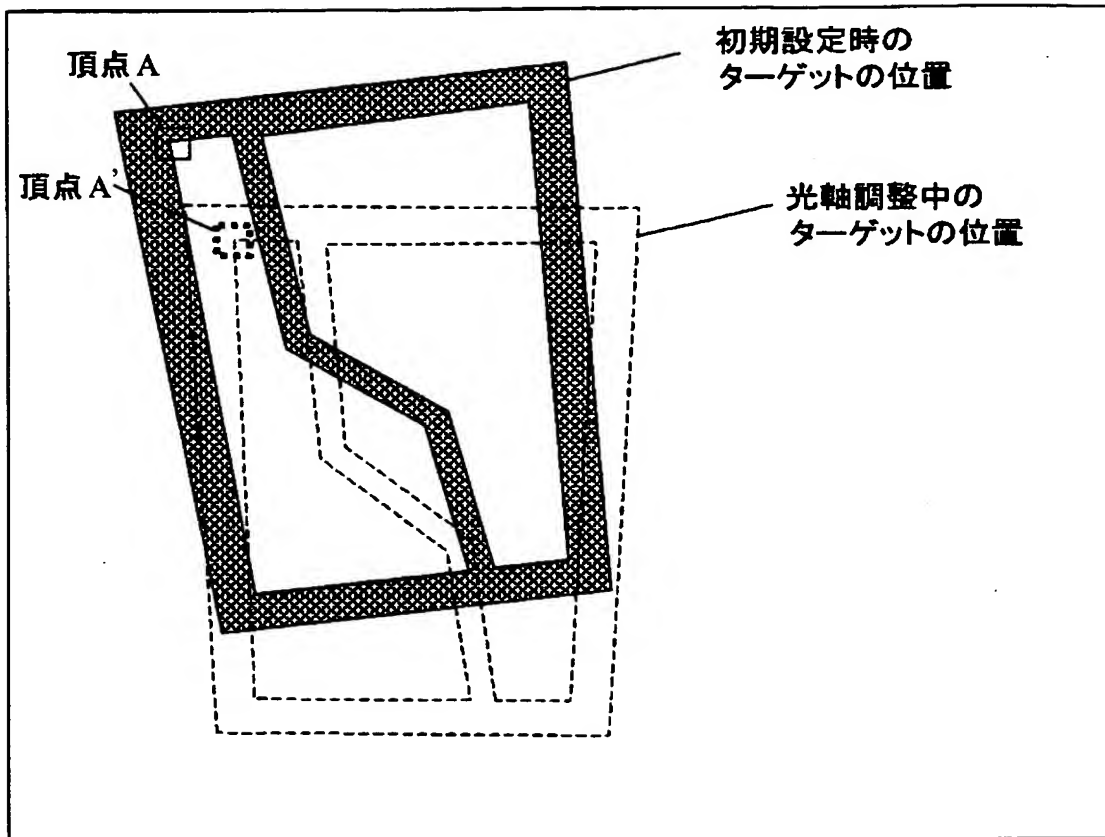
(a)



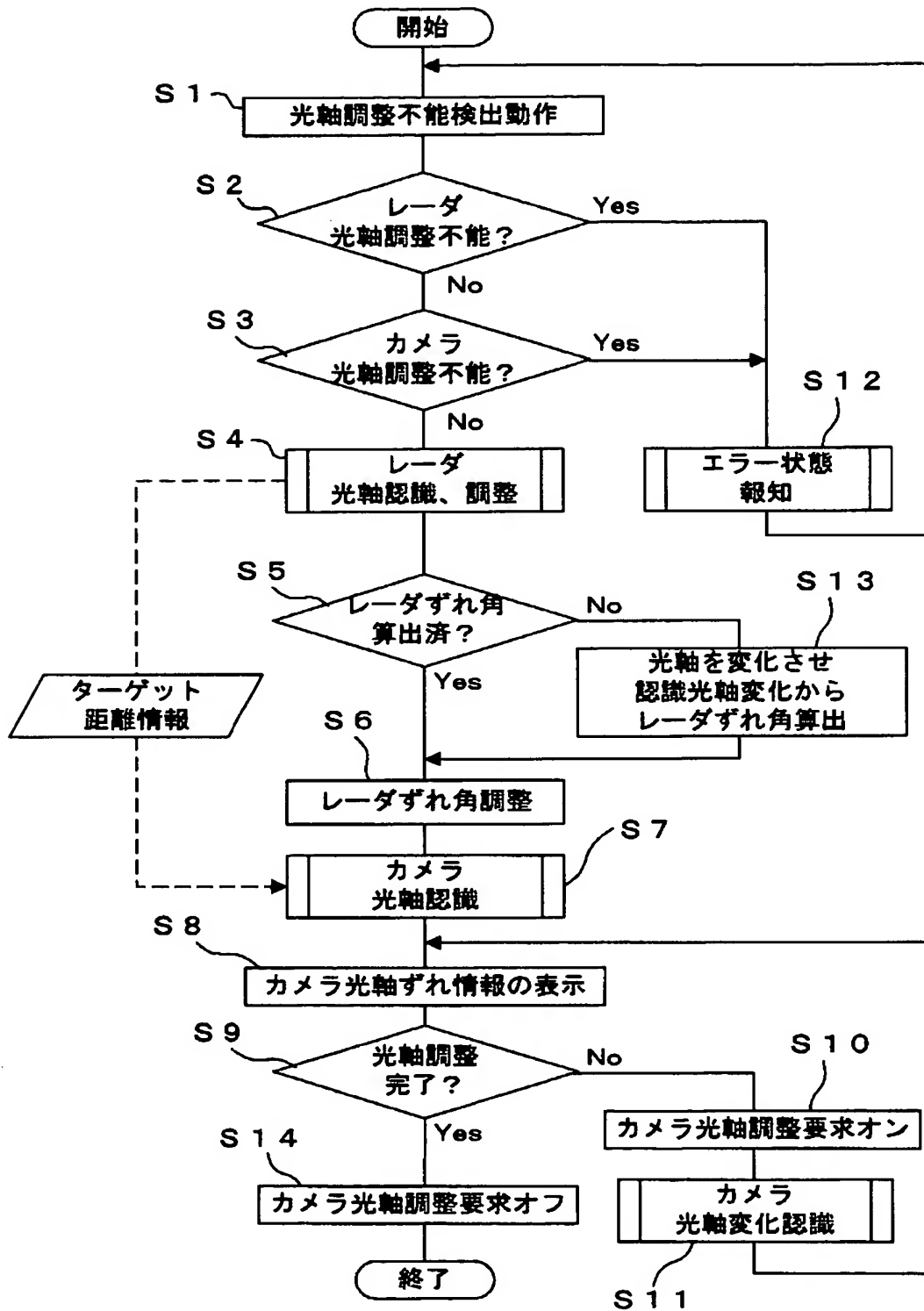
(b)



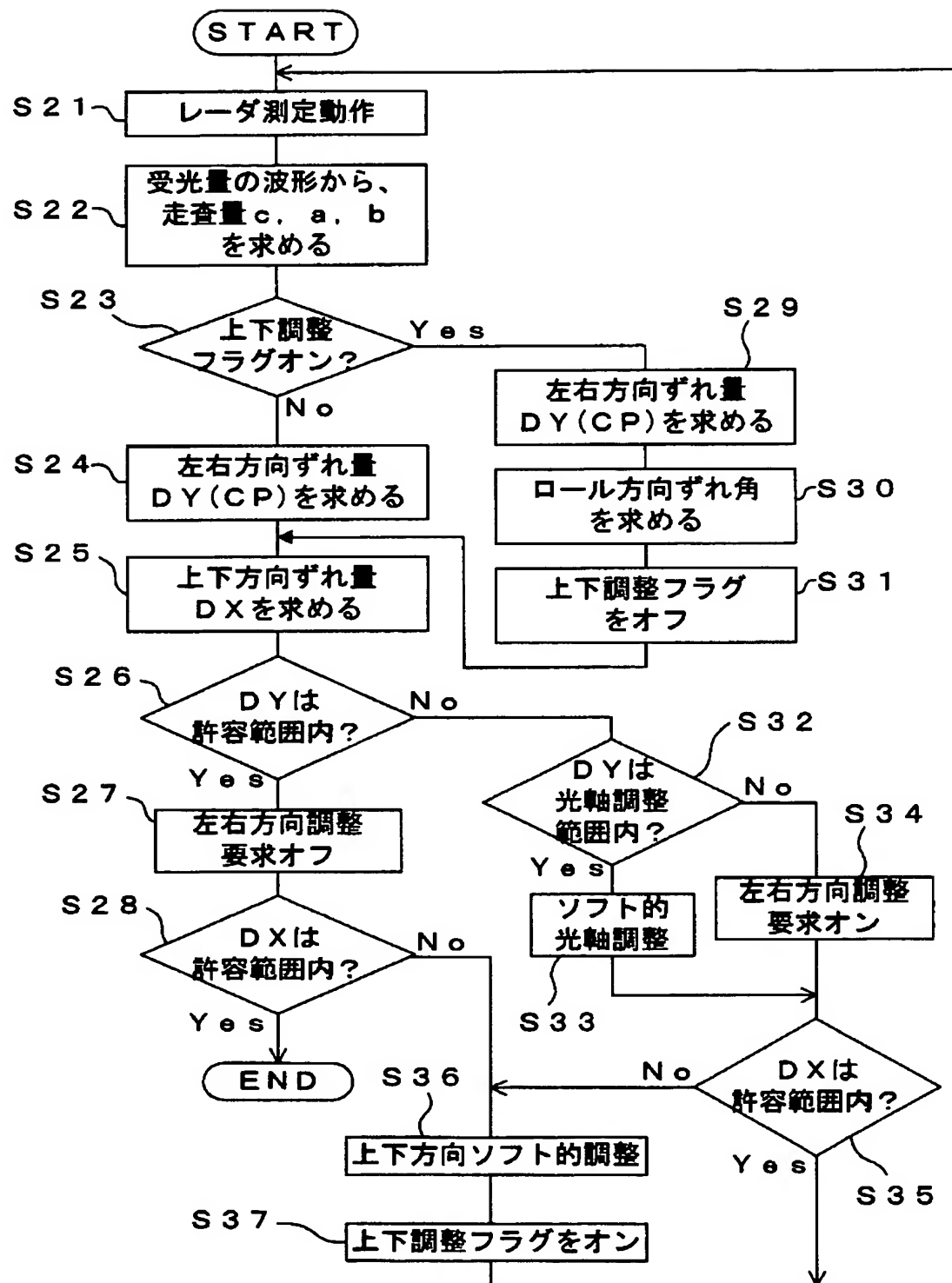
【図 9】



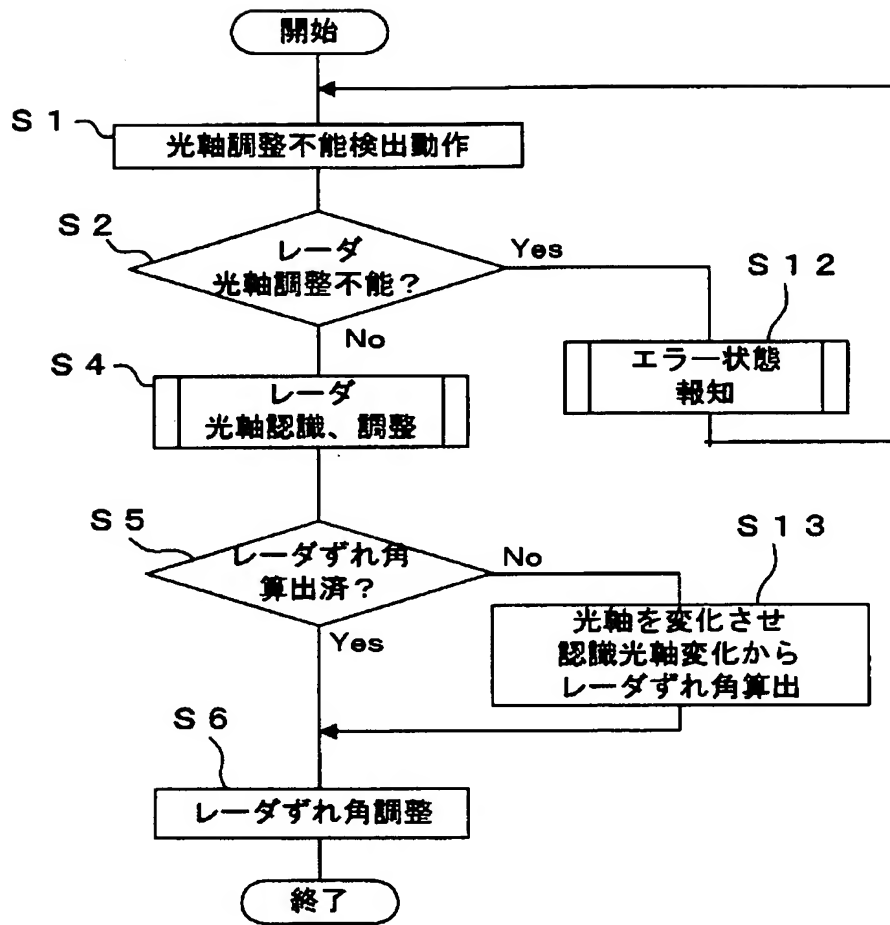
【図 10】



【図 11】

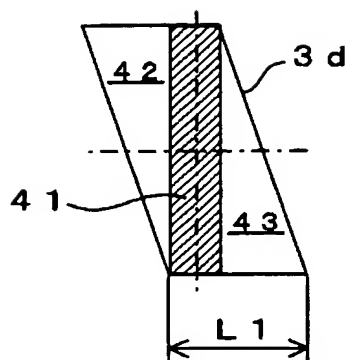


【図 12】

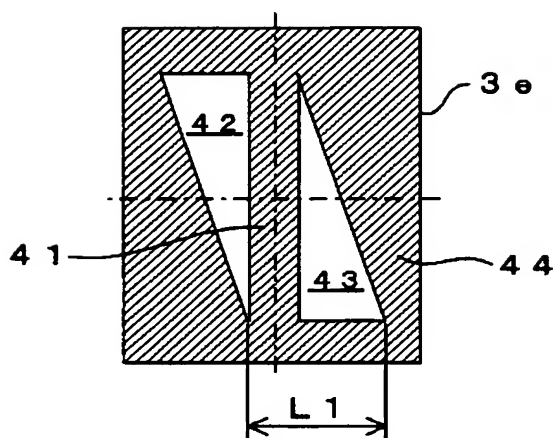


【図 13】

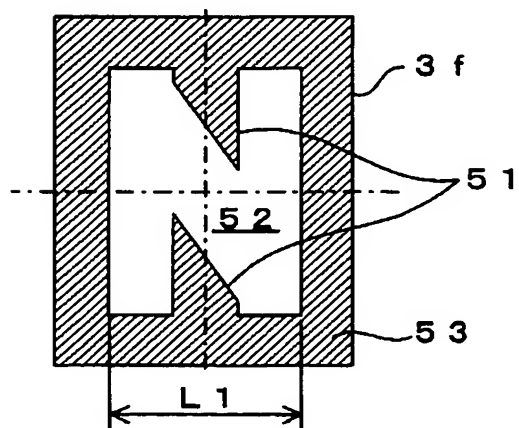
(a)



(b)

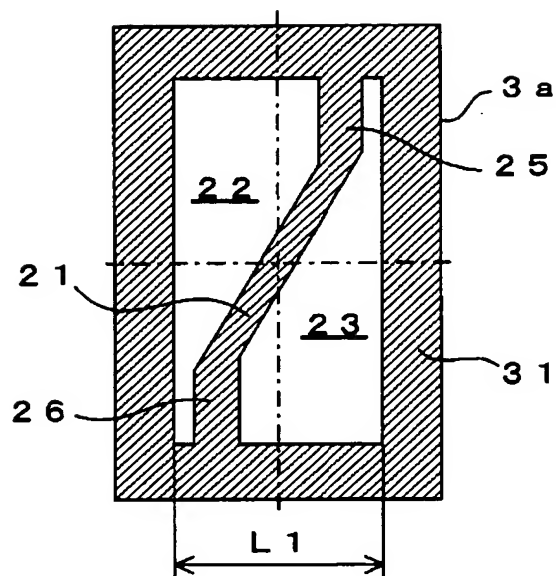


(c)

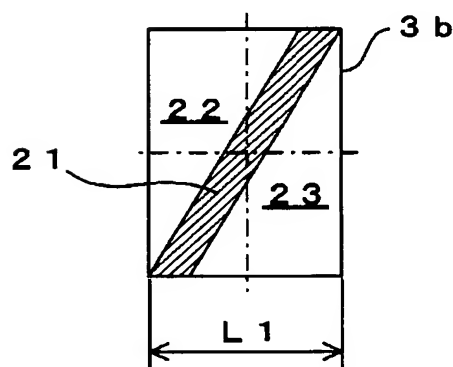


【図 14】

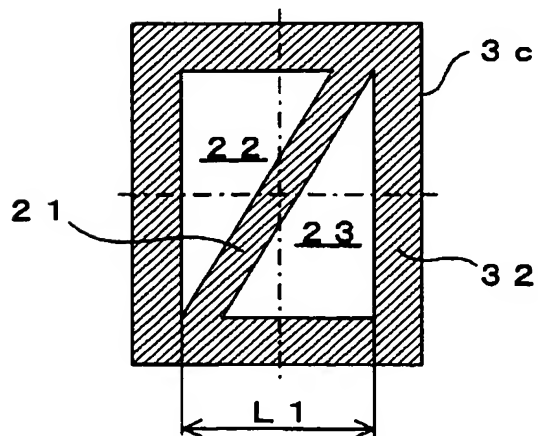
(a)



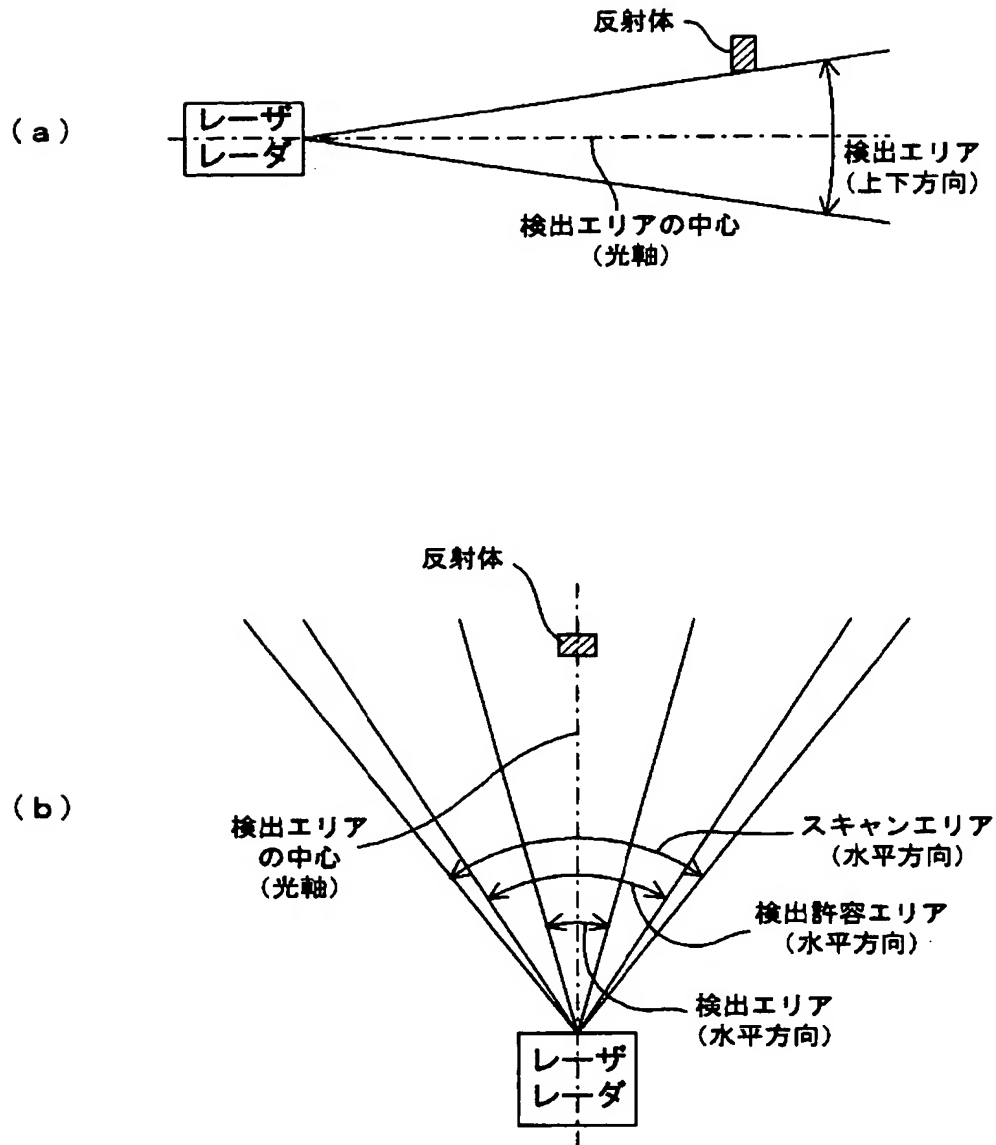
(b)



(c)



【図 15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 レーダなどのロール方向の軸ずれ調整が可能な軸調整方法、さらにはレーダとカメラを併用するフュージョン方式の監視装置において、各センサの軸ずれ（ロール方向含む）やセンサ相互の位置関係を容易かつ的確に調整する軸調整方法を提供する。

【解決手段】 走査方向位置に対する受信強度の波形が逆W字状となり、この波形から軸ずれ量が各方向について定量的に算出可能となるよう、検出表面の明暗パターンと外形が設定されている調整用ターゲット3を使用し、レーダ1のロール方向を含む軸ずれを調整する。また、フュージョン方式では、レーダ1の軸調整後に、同一の調整用ターゲット3の画像を撮像し、この画像中の複数の特徴点の画像面上の座標値に基づいて、カメラ2のレーダ1に対する軸調整を行う。

【選択図】 図1



特願 2 0 0 3 - 1 0 2 0 6 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 9 4 5]

1. 変更年月日

2 0 0 0 年 8 月 1 1 日

[変更理由]

住所変更

住 所

京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地

氏 名

オムロン株式会社

